Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale,, n. 30 del 7 febbraio 2005 - Serie generale

Spediz. abb. post. 45% - art. 2, comma 20/b
Legge 23-12-1996, n. 662 - Filiale di Roma

GAZZETTA UFFICIALE

DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA **Roma - Lunedì, 7 febbraio 2005** SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI NON FESTIVI

DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DELLA GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONE LEGGI E DECRETI - VIA ARENULA 70 - 00100 ROMA
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO - LIBRERIA DELLO STATO - PIAZZA G. VERDI 10 - 00100 ROMA - CENTRALINO 06 85081

AVVISO AGLI ABBONATI

Si rammenta che la campagna per il rinnovo degli abbonamenti 2005 è terminata il 31 gennaio e che la sospensione degli invii agli abbonati, che entro tale data non hanno corrisposto i relativi canoni, avrà effetto nelle prossime settimane.

N. **15**

MINISTERO
DELLE ATTIVITÀ PRODUTTIVE

DECRETO 17 gennaio 2005.

Procedura operativa per la verifica decennale dei serbatoi interrati per GPL con la tecnica basata sul metodo delle emissioni acustiche.

S O M M A R I O

MINISTERO DELLE ATTIVITÀ PRODUTTIVE

DECRETI, DELIBERE E ORDINANZE MINISTERIALI

MINISTERO DELLE ATTIVITÀ PRODUTTIVE

DECRETO 17 gennaio 2005.

Procedura operativa per la verifica decennale dei serbatoi interrati per GPL con la tecnica basata sul metodo delle emissioni acustiche.

IL DIRETTORE GENERALE
DELLA DIREZIONE GENERALE SVILUPPO PRODUTTIVO E COMPETITIVITÀ DEL MINISTERO DELLE ATTIVITÀ PRODUTTIVE

IL DIRETTORE GENERALE
DELLA DIREZIONE GENERALE DELLA PREVENZIONE DEL MINISTERO DELLA SALUTE

IL DIRETTORE GENERALE
DELLA TUTELA DELLE CONDIZIONI DI LAVORO DEL MINISTERO DEL LAVORO E DELLE POLITICHE SOCIALI

Vista la legge 12 agosto 1982, n. 597, di conversione in legge, con modificazione, del decreto-legge 30 giugno 1982, n. 390, recante disciplina delle funzioni prevenzionali ed omologative delle unità sanitarie locali e dell'Istituto superiore per la prevenzione e la sicurezza sul lavoro;

Visto il decreto del Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato del 29 febbraio 1988 recante norme di sicurezza per la progettazione, l'installazione e l'esercizio dei depositi di gas di petrolio liquefatto con capacità complessiva non superiore a 5 m^3;

Visto il decreto del Presidente della Repubblica del 4 dicembre 2002, n. 303 recante il regolamento di organizzazione dell'Istituto superiore per la prevenzione e la sicurezza del lavoro, a norma dell'art. 9 del decreto legislativo 29 ottobre 1999, n. 419;

Visto il decreto del Ministro delle attività produttive, della salute ed il Ministro del lavoro e delle politiche sociali del 23 settembre 2004 recante norme per la verifica decennale dei serbatoi di GPL di capacità non superiore a 13 m^3 secondo la norma EN 12818;

Considerata l'esperienza maturata da altri Paesi dell'Unione europea (in particolare, in Francia con le «Decision» DM-T/P n. 32255 del 26 settembre 2002 e DM-T/P n. 32277 del 22 ottobre 2002; nonché in Austria), in materia di controllo tramite emissione acustica dei serbatoi di GPL;

Considerato che l'Istituto superiore per la prevenzione e la sicurezza del lavoro, successivamente alla pubblicazione del suddetto standard europeo EN 12818, ha prontamente avviato un apposito progetto di ricerca per la definizione di un protocollo di prova basato sulla tecnica di controllo attraverso le emissioni acustiche, tecnica prevista nella citata norma EN 12818;

Decretano:

Art. 1.

È adottata la procedura operativa elaborata dall'ISPESL, per l'effettuazione delle verifiche attraverso il metodo di controllo con le emissioni acustiche, in allegato I al presente decreto.

Art. 2.

I soggetti che desiderano essere abilitati all'attività di verifica debbono possedere i requisiti indicati nell'allegato II.

L'abilitazione è concessa, previa istruttoria, con decreto del direttore generale dello sviluppo produttivo e competitività del Ministero delle attività produttive di concerto con il direttore generale della prevenzione del Ministero della salute e con il direttore generale della tutela delle condizioni di lavoro del Ministero del lavoro e delle politiche sociali sentito il parere dell'ISPESL.

Art. 3.

La sorveglianza tecnico scientifica degli organismi abilitati è effettuata dall'ISPESL che riferisce con specifica relazione, con periodicità trimestrale, ai Ministeri di cui all'art. 2, al fine dell'adozione di eventuali misure correttive.

Art. 4.

Gli oneri connessi all'applicazione della procedura, di cui all'art. 1, da corrispondere all'ISPESL sono determinati da uno o più importi forfetari da inserirsi nel tariffario ufficiale dell'Istituto.

Art. 5.

Il presente decreto sarà pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* della Repubblica italiana.

Roma, 17 gennaio 2005

Il direttore generale D.G.S.P.C.
del Ministero delle attività produttive
GOTI

Il direttore generale prevenzione
del Ministero della salute
GRECO

Il direttore generale T.C.L.
del Ministero del lavoro e delle politiche sociali
ONELLI

ALLEGATO 1

Procedura per il controllo di serbatoi interrati per GPL con tecnica basata sul metodo di Emissioni Acustiche ai fini della verifica decennale

Revisione 0 - Dicembre 2004

ISPESL

Procedura per il controllo di serbatoi interrati per GPL con tecnica basata sul metodo di Emissioni Acustiche ai fini della verifica decennale

ISPESL

Revisione 0 - Dicembre 2004

Appendici

1 Scopo e campo d'applicazione

Con riferimento al Decreto del Ministero delle Attività produttive del 23 Settembre 2004 "*Modifica del decreto del 29 Febbraio 1988, recante norme di sicurezza per la progettazione, l'installazione e l'esercizio dei depositi di gas, di petrolio liquefatto con capacità complessiva non superiore a 5 m*^{3} *e adozione dello standard europeo EN 12818 per i serbatoi di gas di petrolio liquefatto di capacità inferiore a 13 m*^{3}", la procedura di seguito illustrata (per brevità nel seguito indicata come "procedura EA") è finalizzata alla valutazione dell'integrità strutturale di serbatoi per gas di petrolio liquefatto (GPL) interrati ed alla loro relativa classificazione, mediante l'impiego di una specifica tecnica basata sul metodo di Emissioni Acustiche ("EA").

La procedura EA integrata da ulteriori controlli con altri metodi PND, in conformità alle disposizioni di legge ed alle indicazioni fornite nello standard europeo EN 12818 (edizione maggio 2002) "*Inspection and requalification of LPG tanks up to and including 13 m*^{3} *underground*", può essere applicata per l'accertamento (verifica decennale) dell'idoneità all'esercizio di piccoli serbatoi per GPL per un ulteriore periodo di tempo (riqualificazione).

La procedura EA è conforme alle indicazioni fornite nell'Appendice C (Informativa) dello standard europeo EN 12818 (edizione maggio 2002).

La procedura EA è applicabile a serbatoi con configurazione verticale od orizzontale del tipo indicato in figura 1 e che abbiano i seguenti essenziali requisiti:

- capacità non superiore a 13 m^3;
- membrature metalliche;
- pressione massima ammissibile non superiore a 18 bar;
- accessibilità, sia pur limitata, alle membrature in pressione.

L'applicazione della procedura EA ai serbatoi di capacità superiore ai 3 m^3 è consentita, previa espressa e specifica autorizzazione dell'ISPESL.

La procedura EA illustra:

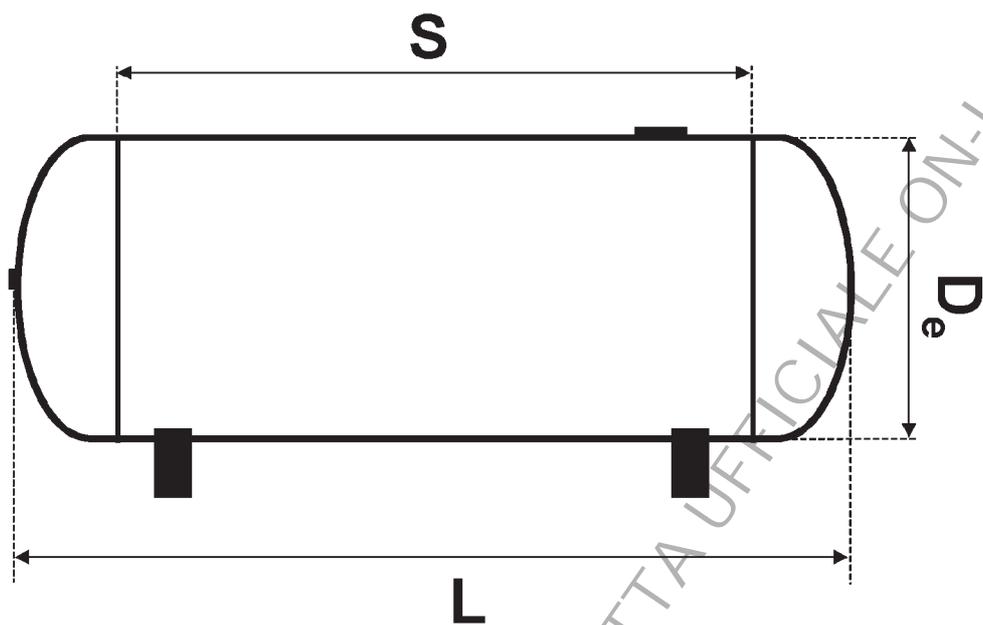
- il protocollo di prova basato sull'utilizzazione della tecnica di controllo con il metodo EA;
- il calcolo degli indici di valutazione ICSE (Indice di Criticità per la Stabilità all'Esercizio) ed ISRE (Indice Storico del Rilascio di Energia) e del relativo indicatore sintetico γ;
- il criterio d'idoneità all'esercizio del serbatoio esaminato per un ulteriore periodo di tempo;
- i criteri di determinazione dei lotti omogenei;
- il criterio d'idoneità del lotto omogeneo sulla base dei risultati conseguiti su un campione rappresentativo.

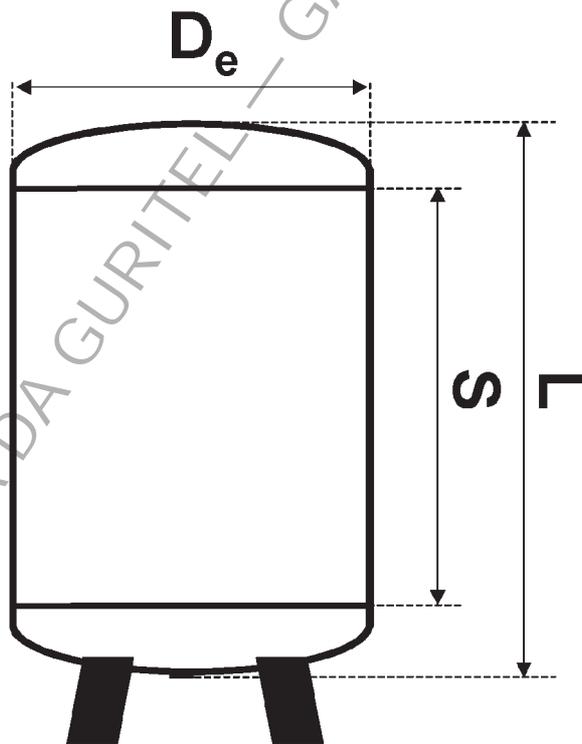
Le appendici non devono essere considerate separate dal corpo principale della procedura, in quanto ne costituiscono "complementi" fondamentali per una corretta applicazione e meglio definiscono il contesto in cui essa è inserita.

La prova EA non può essere ripetuta prima di un anno per non incorrere in una riduzione della sensibilità dell'esame determinata per effetto *Kaiser*.

La procedura EA deve essere applicata da Personale afferente agli Organismi Competenti abilitati solo se già formato, addestrato e certificato dall'ISPESL.

La procedura EA, in relazione all'aggiornamento della banca dati per la riqualificazione dei serbatoi per GPL interrati istituita presso l'ISPESL, è soggetta periodicamente ad una revisione resa disponibile dall'ISPESL agli Organismi Competenti abilitati dal Ministero delle Attività Produttive per lo svolgimento dell'attività specifica di controllo, e la sua applicazione deve essere coerente all'ultima versione.

L'ISPESL non è responsabile della veridicità dei dati necessari alla classificazione del serbatoio esaminato e trasmessi dagli Organismi Competenti al Centro Banca Dati EA derivanti da una "non corretta" applicazione della procedura o da una sua "parziale" utilizzazione.

D_e	L	S
Diametro esterno	**Lunghezza**	**Distanza saldature circonferenziali**

Configurazione orizzontale

D_e	L	S
Diametro esterno	**Lunghezza**	**Distanza saldature circonferenziali**

Configurazione verticale

figura 1

2 Riferimenti di legge e normativi

Ispezione e riqualificazione dei serbatoi per GPL

- D.M. 21 Maggio 1974 “Norme integrative del regolamento approvato con R.D. 12.5.1927, n. 824, e disposizioni per l’esonero da alcune verifiche e prove stabilite per gli apparecchi a pressione”.
- D.M. 29 Febbraio 1988 “Norme di sicurezza per la progettazione, l’installazione e l’esercizio dei depositi di gas di petrolio liquefatto con capacità complessiva non superiore a 5 m^3”.
- D.I. 31 Luglio 1998 “Recepimento dell’accordo Ministero dell’Interno / ISPESL di cui alla circolare ISPESL 45/96: Serbatoi di GPL, in depositi con capacità fino a 5 m3, destinati alla installazione interrata del tipo con protezione catodica e del tipo orizzontale in guscio in polietilene ad alta densità”.
- EN 12818 “Inspection and requalification of LPG tanks up to and including 13 m^3 underground”.

Gestione in sicurezza della prova EA

- L. 46/90 “Norme per la sicurezza degli impianti”.
- D. Lgs. 626/94 “Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE, 90/679/CEE, 93/88/CEE, 95/63/CE, 97/42, 98/24 e 99/38 riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro”.
- D. Lgs 242/96 “Modifiche ed integrazioni al D. Lgs. 626/94 recante attuazioni di Direttive comunitarie riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro”.
- D. Lgs. 359/99 "Attuazione della direttiva 95/63/CE che modifica la direttiva 89/655/CEE relativa ai requisiti minimi di sicurezza e salute per l'uso di attrezzature di lavoro da parte dei lavoratori".
- D.M. 12 Novembre 1999 Modificazioni all'allegato XI del D. Lgs. 242/96, concernente: "Modifiche ed integrazioni al D. Lgs. 626/94, recante attuazione di direttive comunitarie riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro".
- D.M. 14 Maggio 2004 “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per l'installazione e l'esercizio dei depositi di gas di petrolio liquefatto con capacità complessiva non superiore a 13 m^3”.

Metodo di Emissioni Acustiche

UNI / EN

- EN 13554 “Non-destructive testing - Acoustic emission - General principles“.
- EN 13477-1 “Non-destructive testing - Acoustic emission – Equipment characterisation - Part 1: Equipment description“.
- EN 13477-2 “Non-destructive testing - Acoustic emission – Equipment characterisation - Part 2: Verification of operating characteristic“.
- EN 1330-9 “Non-destructive testing – Acoustic emission – Terminology“.
- EN 14584 “Non-destructive testing - Acoustic emission - Examination of metallic pressure equipment during proof testing – Planar location of AE sources“.

ISO

- ISO 12716 “Non-destructive testing - Acoustic emission inspection - Vocabulary“.

Metodo Esami Visivi

- UNI EN 13018 “Prove non distruttive – Esami visivi – Principi generali”.

Accreditamento del laboratorio di prova

- UNI CEI EN ISO/IEC 17025 “Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura”.

A completamento del quadro normativo, nell’Appendice H vengono forniti ulteriori riferimenti.

3 Terminologia

La terminologia adottata nella procedura EA fa riferimento alle norme:

- EN 1330-9 “Non-destructive testing – Acoustic Emission – Terminology“.
- EN 12818 “Inspection and requalification of LPG tanks up to and including 13 m^3 underground”.
- ISO 12716 “Non-destructive testing - Acoustic emission inspection - Vocabulary“.

Per i termini non espressamente specificati nelle norme sopra elencate, fare riferimento alle definizioni di seguito indicate.

Accessori a pressione	Dispositivi aventi funzione di servizio ed i cui alloggiamenti sono sottoposti a pressione.
Accessori di sicurezza	Dispositivi destinati alla protezione delle attrezzature contro il superamento dei limiti ammissibili.
Attrezzature	Recipienti, tubazioni, accessori di sicurezza ed accessori a pressione.
Attualizzazione	Aggiornamento del valore della quantità d'interesse in concomitanza della registrazione di ogni *hit* acquisito, quale che sia il canale EA di riferimento.
Componente	Parte di una attrezzatura a pressione o di un insieme che può essere considerato come un elemento singolo per il calcolo.
DDT / HDT	*Duration Discrimination Time / Hit Definition Time* Intervallo di tempo definito dall'utilizzatore, trascorso il quale, in assenza di ulteriori passaggi di soglia, l'hit si considera concluso.
EA	Emissioni Acustiche.
Elementi annessi	Flangie, raccordi, manicotti, supporti, alette mobili, ecc.
Fabbricante del serbatoio	Il soggetto che assume la responsabilità della progettazione, della costruzione, delle prove e dei controlli necessari all'immissione del serbatoio sul mercato a suo nome.
GPL	Gas di petrolio liquefatto.
Insieme	Varie attrezzature a pressione e non, montate da un Fabbricante per costituire un tutto integrato e funzionale.
ISPESL	Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro.
MAP	Ministero delle Attività Produttive.
Organismi Competenti	Soggetti abilitati dal MAP, mediante apposito decreto, ad espletare le attività connesse all'applicazione della procedura EA.
Organismo Nazionale Competente	L'ISPESL viene designato dal MAP quale Organismo Nazionale Competente ai fini della definizione, aggiornamento e corretta applicazione della "Procedura per la verifica decennale di serbatoi interrati per GPL mediante tecnica di controllo basata sul metodo di Emissioni Acustiche" (nel seguito sinteticamente indicata come "procedura EA").
PND	Prove Non Distruttive.
Pressione attuale [bar]	Pressione reale raggiunta nel serbatoio nell'istante considerato.
Pressione massima di prova - p_{max} [bar]	Pressione massima raggiunta nel serbatoio durante la prova EA.
Procedura	Documento scritto che descrive tutti i parametri essenziali e le precauzioni da osservare durante l'applicazione di una tecnica PND per uno specifico esame o controllo. Una procedura PND può implicare l'applicazione di più metodi o tecniche PND.
Proprietario del serbatoio	Il soggetto che possiede il serbatoio e ne dispone l'installazione e ne cura l'esercizio in conformità alle prescrizioni e raccomandazioni fornite dal Fabbricante.
Responsabile della prova EA	Operatore addetto alla prova EA che coordina le attività e sovrintende alle operazioni ordinarie e straordinarie.
Riqualifica / Riqualificazione	Ispezione / prova eseguita ad intervalli, generalmente in occasione di un'ispezione periodica, per confermare che un serbatoio è idoneo per un ulteriore periodo di servizio.
RT / HLT / DT	*Rearm Time / Hit Lockout Time / Dead Time* Intervallo di tempo definito dall'utilizzatore, durante il quale la strumentazione EA, o il sistema EA, è inabilitata ad accettare qualsiasi dato per qualsiasi ragione.
Serbatoio	Alloggiamento progettato e costruito per contenere fluidi a specifiche pressioni e temperature.
Serbatoio ricondizionato	Serbatoio che a seguito di opportuni interventi di riparazione e/o modifica è destinato ad essere reimpiegato secondo la tipologia di installazione originaria o con tipologia diversa.
Soglia di trigger	Ampiezza al di sopra della quale l'*hit* viene acquisito.

4 Presentazione della tecnica

Le principali caratteristiche del metodo EA sono le seguenti:

- è un metodo diagnostico passivo che consente di monitorare la risposta dinamica del materiale al variare del carico applicato;
- permette il rilevamento di sorgenti EA anche significativamente distanti dal punto di posizionamento del sensore;
- permette un esame "globale" del componente o della struttura (in senso volumetrico);
- è sensibile all'insorgere ed alla propagazione di difetti e ai cambiamenti della struttura del materiale, piuttosto che alla presenza di difetti che non evolvono al variare del carico (difetti "statici");
- permette un monitoraggio dinamico in tempo reale dello sviluppo di discontinuità sotto l'azione di un carico tensionale;
- ha la possibilità di localizzare gli eventi EA;
- non è invasivo;
- permette, attraverso il monitoraggio, di prevenire cedimenti o collassi strutturali del componente;
- può essere applicato su tutte le strutture.

Questo metodo si distingue, in maniera sostanziale, da altri metodi PND (ultrasuoni, radiografie, correnti indotte, magnetoscopia, liquidi penetranti, ecc.) che permettono, invece, il rilevamento di discontinuità geometriche sotto condizioni statiche (metodi attivi). Per questo motivo, le discontinuità che non sono sensibili al carico applicato non producono un aumento dell'attività acustica rivelabile.

Sulla base di questi presupposti, la tecnica utilizzata per l'applicazione della presente procedura EA, è basata sul metodo EA ed è schematicamente illustrata in figura 2. Essa è finalizzata al rilevamento dell'attività acustica prodotta dall'applicazione di una sollecitazione meccanica imposta alle membrature del serbatoio interrato mediante pressurizzazione.

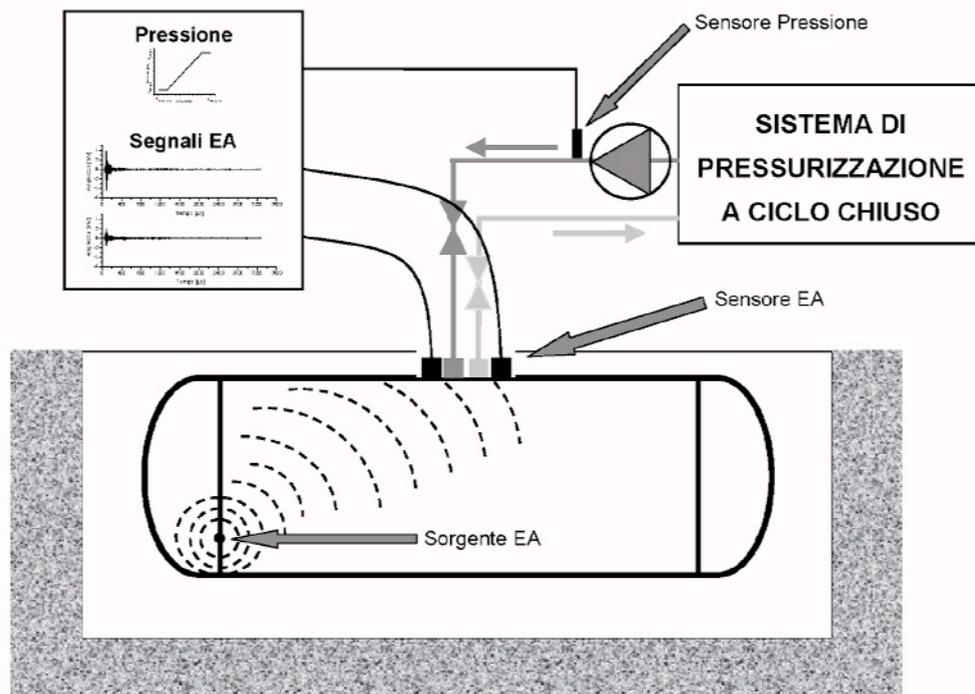



figura 2

In ragione del condizionato accesso alle membrature, i sensori EA vengono generalmente installati all'interno del vano (pozzetto) contenente i dispositivi di prelievo/riempimento del GPL e di controllo e sicurezza del serbatoio.

La pressurizzazione del serbatoio deve essere ottenuta utilizzando uno specifico impianto che adotti una delle due possibili metodiche:

a) ciclo aperto, immissione di GPL in fase vapore da una sorgente esterna;
b) ciclo chiuso, prelievo del GPL in fase liquida e immissione dello stesso in fase vapore.

La pressione deve essere costantemente rilevata mediante un idoneo sensore installato sul serbatoio o sulla linea dell'impianto di pressurizzazione ad esso direttamente connessa.

La tecnica prevede l'installazione di due canali EA.

I segnali EA acquisiti devono essere caratterizzati da alcuni parametri descrittori più significativi, in conformità allo standard EN 13554. (Per ulteriori considerazioni, vedere nota in fondo alla sezione).

Tali segnali, opportunamente elaborati ed interpretati, vengono impiegati per il calcolo di due indici di valutazione ICSE ed ISRE e quindi la determinazione di un indicatore sintetico γ.
Il valore massimo dell'indicatore sintetico γ, registrato nel corso della prova EA viene, infine, utilizzato per la definitiva classificazione del serbatoio.

<u>Nota</u>
I segnali EA possono essere essenzialmente classificati come:
- *impulsivi (burst): EA generate da eventi discreti che possono essere distinti l'uno dall'altro;*
- *continui: EA generate da eventi che non possono essere distinti l'uno dall'altro.*

In generale, i parametri descrittori più significativi del segnale EA (Amplitude, Energy, Duration, Counts), tra loro fortemente correlati, dipendono principalmente da alcuni fattori riportati in tabella 1.

Caratteristiche della struttura e del materiale	*Principali fattori che comportano segnali EA più rilevanti*	*Principali fattori che comportano segnali EA meno rilevanti*
Proprietà meccaniche	*Alta resistenza meccanica*	*Bassa resistenza meccanica*
Struttura	*Anisotropia*	*Isotropia*
	Eterogeneità	*Omogeneità*
	Presenza di difetti	*Assenza di difetti*
	Tendenza al twinning	*Bassa tendenza al twinning*
	Trasformazioni martensitiche	*Trasformazione di fase per diffusione*
	Struttura a cast	
	Struttura saldata	*Struttura "rilassata"*
	Struttura a grano grosso	*Struttura a grano fino*
Modalità di rottura	*Avanzamento della cricca*	*Snervamento uniforme*
	Rottura per scollamento	*Deformazione di taglio*
Modalità di carico	*Alto gradiente di deformazione*	*Basso gradiente di deformazione*
Geometria	*Piccoli spessori*	
Ambiente	*Basse temperature*	*Alte temperature*

tabella 1

5 Personale

Le attività connesse all'applicazione della procedura EA possono essere svolte da Personale afferente agli Organismi Competenti abilitati dal MAP, mediante apposito decreto, solo se già formato, addestrato e certificato dall'ISPESL.

Il Personale addetto alla prova EA deve essere dipendente o legato da un contratto all'Organismo Competente di afferenza in conformità alla sezione 5.2 della norma UNI EN CEI ISO/IEC 17025, e da questo autorizzato ad operare in conformità alla procedura EA.

Tale Personale deve essere in possesso di specifiche qualifiche e competenze necessarie allo svolgimento delle attività previste dalla procedura EA, in conformità alla sezione 5.2 della norma UNI EN CEI ISO/IEC 17025, nonché qualificato o certificato in accordo alle vigenti disposizioni di legge.

Tale Personale deve inoltre aver frequentato uno specifico corso di addestramento la cui organizzazione sia stata affidata ad organismo all'uopo qualificato, ed il cui programma sia stato sottoposto alla preventiva approvazione del Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del soccorso pubblico e della difesa civile del Ministero

dell'Interno, in conformità a quanto disposto dal D.M. 14 Maggio 2004 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per l'installazione e l'esercizio dei depositi di gas di petrolio liquefatto con capacità complessiva non superiore a 13 m³".

L'applicazione della procedura EA richiede l'impegno simultaneo di almeno due operatori, di cui uno addetto alla gestione in sicurezza dell'impianto di pressurizzazione ed un altro alla gestione del sistema EA.

E' prevista la designazione, da parte dell'Organismo Competente di afferenza, di una figura Responsabile tra gli operatori addetti alla prova EA, al fine di coordinare le attività e di sovrintendere alle operazioni ordinarie e straordinarie.

E' cura del Responsabile accertare che siano adottate tutte le misure di sicurezza previste dalla procedura per lo svolgimento della prova.

Il Personale addetto all'impianto di pressurizzazione deve essere di provata capacità e possedere le cognizioni necessarie per una corretta e sicura esecuzione di tutte le operazioni richieste dalla prova.

Il Personale addetto alla gestione del sistema EA deve possedere:
a) comprovata conoscenza del metodo EA e, relativamente ad esso, delle più importanti normative, codici, regolamenti tecnici, specifiche e procedure tecniche;
b) conoscenza ed esperienza all'uso delle apparecchiature strumentali utilizzate;
c) conoscenza delle più comuni tecnologie utilizzate per la fabbricazione dei serbatoi oggetto del controllo, nonché la funzione e le condizioni operative delle attrezzature e dei dispositivi accessori necessari al corretto funzionamento ed al controllo dell'esercizio in sicurezza;
d) capacità visiva accertata da un oculista, optometrista o Personale medico riconosciuto, tale che l'acuità visiva necessaria per un Esame Visivo ravvicinato consenta la lettura minima di simboli standard J-1 nella tabella di *Jaeger* o *Times Roman* N 4.5 a non meno di 30 cm con uno o entrambi gli occhi, sia corretti, sia non corretti. La capacità visiva deve essere controllata almeno ogni 12 mesi.

6 Misure di sicurezza e gestione dell'emergenza

Nell'effettuazione della prova EA, il Personale è esposto a pericoli derivanti dal contesto, vuoi per le caratteristiche di pericolosità intrinseche del fluido altamente infiammabile, vuoi per i rischi connessi alla effettuazione della prova EA.
E' necessario, pertanto, predisporre tutte le misure necessarie alla eliminazione o alla riduzione dei rischi.
A tal fine, devono essere almeno adottate le seguenti misure precauzionali:
a) reperimento dei numeri telefonici di emergenza per le stazioni dei Vigili del Fuoco, Pronto Soccorso, Pronto Intervento (Polizia e Carabinieri), ecc.
b) adozione di una idonea ed esaustiva dotazione di Dispositivi di Protezione Individuale per il Personale addetto alla prova;
c) delimitazione dell'area di lavoro con opportuna segnaletica. Per "area di lavoro" si intendono le zone che circoscrivono l'attrezzatura, l'unità di pressurizzazione e le relative tubazioni di collegamento per una fascia di rispetto non inferiore, per quanto possibile, a 5 m.;
d) divieto di permanenza di persone non addette alla prova nell'area di lavoro;
e) divieto di fumo e/o uso di fiamme libere nell'area di lavoro;
f) divieto di circolazione o sosta di veicoli a motore nell'area di lavoro;
g) divieto di utilizzazione di apparecchiature o dispositivi elettronici nell'area di lavoro. Tra questi sono da includere telefoni cellulari, lettori CD, radio, ecc.
h) collocazione nell'area di lavoro di almeno 2 estintori portatili a polvere chimica, con carica non inferiore a 6 kg, conformi alle norme vigenti, e comunque con capacità estinguente non inferiore a 13A 89B-C;
i) collocazione nel pozzetto di ispezione del serbatoio o nelle immediate vicinanze di un idoneo rivelatore di fughe di gas in custodia antideflagrante in grado di segnalare la presenza di gas nell'ambiente in concentrazione superiore al 10% del limite inferiore di esplosività;
j) utilizzazione di tubazioni flessibili e relativa raccorderia (raccordi, valvole, ecc.) certificate per l'uso specifico da enti o laboratori accreditati, e verifica degli accoppiamenti effettuati;
k) utilizzazione di attrezzi e strumenti da lavoro (chiavi fisse, pinze, cacciaviti, ecc.) idonei per l'uso in atmosfera potenzialmente esplosiva;
l) effettuazione del collegamento tra unità di pressurizzazione, strumentazione EA ed attrezzatura in modo da garantire la equipotenzialità e continuità elettrica per la comune messa a terra. Se questo non può avvenire facilmente attraverso la stessa rete fissa di alimentazione della strumentazione, è

consigliabile piantare un idoneo picchetto di dispersione cui collegare le carcasse di tutte le attrezzature e strumentazioni utilizzate in comune con il serbatoio;

m) installazione dei sensori EA e di pressione opportunamente incapsulati, comunque idonei ad una utilizzazione in atmosfera potenzialmente esplosiva;

n) sorveglianza continua e diretta dell'attrezzatura e della strumentazione adibita al monitoraggio della pressione al fine di evitare il superamento del limite massimo imposto e/o intervenire con tempestività in caso di emergenza.

Tra gli operatori deve sempre essere garantita, durante la prova EA, una buona ed istantanea comunicazione per assicurare l'immediato intervento di arresto della prova EA o per effettuare manovre di riduzione della pressione del serbatoio.

In aggiunta al documento di valutazione dei rischi che deve essere redatto in conformità al D. Lgs. 626/94, l'Organismo Competente deve adottare una specifica procedura di gestione dell'emergenza che determini almeno i comportamenti da adottare in caso di fuga di gas e/o incendio e nel caso di superamento delle soglie di allarme stabilite nel corso della prova EA.
Di seguito si forniscono, a puro titolo esemplificativo, alcuni tipici accorgimenti da adottare nelle ipotesi di accadimento incidentale sopra richiamate.
In caso di *fuga di gas*:

- se trattasi di una perdita di lieve entità dal serbatoio o dall'impianto di pressurizzazione, occorre sospendere la prova e chiudere immediatamente tutte le valvole di blocco e a manovra manuale poste a monte della perdita, valutando se è possibile eliminare le cause della perdita stessa in condizioni di sicurezza. In caso contrario occorre procedere alla interruzione della prova e alla messa in sicurezza del serbatoio;.
- se trattasi di una fuga consistente dal serbatoio o dall'impianto di pressurizzazione, occorre interrompere la prova e chiudere immediatamente tutte le valvole di blocco e a manovra manuale poste a monte della perdita, curando che nessuno si avvicini al punto di perdita. Se non è possibile eliminare le cause della fuga di gas, evitare di creare condizioni di innesco ed allertare tutte le persone che possono essere coinvolte da possibili scenari incidentali chiedendo con tempestività l'intervento dei Vigili del Fuoco.

In caso di *incendio*:

- interrompere la prova e chiudere immediatamente tutte le valvole di blocco e a manovra manuale poste a monte della perdita che ha originato l'incendio;
- intervenire subito con gli estintori portatili dirigendo il getto alla base della fiamma dal basso verso l'alto tenendosi sopra vento;
- chiedere l'intervento dei Vigili del Fuoco;
- se si dispone di acqua a pressione è importante raffreddare mediante getti d'acqua frazionata le membrature coinvolte dall'incendio;
- curare che nessun estraneo si avvicini al punto di fuga ed allertare tutte le persone che possono essere coinvolte dagli effetti dell'incendio al fine di stabilirsi ad opportuna distanza di sicurezza;
- se l'evento incidentale può coinvolgere zone distanti, ad esempio perché vi è il pericolo di scoppio del serbatoio, chiedere assistenza alla polizia stradale o altra autorità pubblica al fine di isolare la zona, arrestare il traffico ed allontanare le persone.

In caso di *interruzione d'emergenza* della prova per il superamento delle soglie di allarme:

- allertare il Personale impegnato mediante un allarme acustico o luminoso;
- interrompere immediatamente la pressurizzazione del serbatoio;
- mettere in condizioni di sicurezza il serbatoio (ad esempio riducendo rapidamente la pressione interna);
- informare il proprietario del serbatoio affinché si attivi con tempestività alla "messa fuori servizio" del serbatoio;
- informare l'utente;
- informare con immediatezza l'ISPESL.

La "messa fuori servizio" implica lo svuotamento del serbatoio.

In ogni caso al verificarsi di una qualsiasi condizione di incidente, o quasi incidente, è fatto obbligo al Responsabile dell'attività di prova redigere un verbale con la descrizione dell'accaduto specificandone, se possibile, le cause e le conseguenze. Detto verbale dovrà essere inoltrato con urgenza all'ISPESL.

Nota
Nel caso in cui la prova EA venga condotta su un serbatoio fuori terra (esempio: ritirato, dismesso, ecc.) comunque appartenente al campione del lotto omogeneo, individuato con i criteri di cui all'Appendice C, è fatto obbligo al proprietario individuare il sito ed assicurare le condizioni per l'esecuzione in sicurezza della prova EA (esempio: collocazione del serbatoio in fossa o bunker).

7 Condizioni preliminari per l'applicazione della tecnica

Conformità alle disposizione di legge
Il serbatoio deve trovarsi in condizioni di installazione che soddisfino i requisiti prescritti dalla legislazione ed essere risultato idoneo ai controlli periodici prescritti dalla regolamentazione tecnica vigente.

Generali
Con lo scopo di prevenire l'effetto *Kaiser* (ISO 12716) da un lato, e mantenere condizioni minime di sicurezza dall'altro, la pressione massima p_{max} deve essere necessariamente quella specificata nell'Appendice A.

Ambientali
Al fine di una corretta acquisizione dei dati è necessario preliminarmente verificare alcuni requisiti ambientali. Più in particolare l'esecuzione della prova EA, presuppone buone condizioni meteorologiche.
E' raccomandato non eseguire la prova EA se la temperatura esterna è inferiore a 7 °C. Non si può escludere, comunque, di effettuare la prova EA anche a temperature inferiori, purché il sistema di pressurizzazione garantisca le condizioni minimali di efficienza previste dalla procedura EA.

La prova EA non deve essere eseguita quando sono riscontrabili evidenti livelli di disturbo (*noise*) imputabili a fattori ambientali che possano inficiare la corretta interpretazione delle misure, le cui cause non possono essere eliminate (vedi sezione 15).
Tra le più comuni cause che generano disturbi e rumore di fondo sono da evidenziare:

- eventuali contatti meccanici con il serbatoio dovuti ad oggetti di varia natura;
- vibrazioni indotte, ad esempio, da eventuali arterie di comunicazione poste in prossimità del sito (ferrovie, strade, ecc.);
- interferenze elettromagnetiche e radio-frequenze derivanti da sorgenti disposte in prossimità dell'area di prova;
- pioggia, neve, vento forte, etc.

Dotazione accessoria
Il Personale addetto all'esecuzione della prova EA deve poter disporre, all'occorrenza, di un'idonea dotazione accessoria da utilizzare sia ai fini della sicurezza, sia al fine di rendere più agevoli le attività operative. Tutti gli strumenti e le attrezzature della dotazione accessoria devono essere idonei per l'impiego in atmosfera potenzialmente esplosiva.

In particolare, è raccomandato avere almeno a corredo:

dotazione strumentale

a) un termometro digitale con sonda a contatto;
b) un ampio set di idonei raccordi per la connessione delle tubazioni di collegamento del serbatoio al sistema di pressurizzazione (riduzioni, adattatori, ecc.);
c) una bomboletta di schiuma tensio-attiva per rivelazione di fughe di gas;
d) un rivelatore di fughe di gas in custodia antideflagrante;
e) un multimetro digitale;
f) una cassetta attrezzi (2 serie di chiavi fisse ed 1 a snodo, 1 serie di chiavini esagonali, pinze di diverso taglio e configurazione, martello con rivestimento in gomma o teflon, mazzetta, serie di cacciaviti a intaglio ed a croce, nastro adesivo, collante, nastro in teflon per guarnizioni, grasso, pennarelli ad inchiostro indelebile, punteruolo, taglierino, set per l'approntamento e la riparazione di cavi di segnale, connettori a T per cavi BNC, metro flessibile, elastici di diversa misura e consistenza, ecc.);
g) diverse prolunghe ed adattatori per cavi di alimentazione elettrica;
h) una attrezzatura per pulizia superficiale (raschietto, spazzola metallica, carta abrasiva, diluenti, stracci o simili, ecc.);
i) uno specifico portamine per prova *Hsu-Nielsen*.

dotazione ausiliaria
j) alcuni essenziali dispositivi di protezione individuale;
k) una scatola di pronto soccorso;
l) una radio ricetrasmittente o telefono portatile;
m) una lampada alimentata in bassa tensione o torcia.

8 Sistema di pressurizzazione

Il sistema di pressurizzazione, corredato di tutte le necessarie attrezzature e dispositivi (autocisterna, serbatoi supplementari, scambiatori, tubazioni flessibili, manichette, cavi, raccordi, valvole, compressore, pompe, ecc.), deve essere conforme ai requisiti previsti dalle norme vigenti in materia e, più in particolare, idoneo all'impiego in atmosfera potenzialmente esplosiva.

Il sistema deve altresì essere in grado di:
a) assicurare il raggiungimento della pressione massima di prova p_{max};
b) garantire un adeguato gradiente di pressurizzazione (0,2 bar/min);
c) mantenere per quanto possibile costante il gradiente di pressurizzazione entro ± 0,05 bar/min.

E' raccomandato applicare bassi gradienti di pressurizzazione del serbatoio al fine sia di garantire condizioni di maggiore stabilità per la deformazione del serbatoio in relazione alla applicazione del carico, sia di assicurare un basso livello di rumore di fondo (*noise*).

La pressurizzazione può generare sorgenti EA secondarie. Il moto del fluido durante l'immissione può assumere velocità relativamente elevate, generando caratteristiche di turbolenza. Ciò determina la possibilità d'impatto delle particelle liquide trascinate dalla corrente con le membrature del serbatoio e le parti interne dei dispositivi e accessori, nonché con il pelo libero della fase liquida del fluido, generando segnali EA spuri ed invalidando l'interpretazione delle misure.

<u>Connessione del serbatoio al sistema di pressurizzazione</u>
La connessione del serbatoio al sistema di pressurizzazione deve essere effettuata solo dopo l'acquisizione e la registrazione dei segnali EA per la misurazione del rumore di fondo, in conformità a quanto descritto nella sezione 15.

La successiva connessione viene realizzata mediante l'impiego di idonee attrezzature (flangie, raccorderie, innesti, tubazioni rigide e flessibili, ecc.).

Una volta effettuata la connessione, è fatto obbligo verificare l'assenza di perdite di gas dai collegamenti mediante l'ispezione visiva, l'udito, l'olfatto e con l'ausilio di idonee schiume tensio-attive per la rivelazione di fughe.

Conclusa la fase precedente, si può operativamente procedere al raggiungimento dell'equilibrio della pressione del sistema di pressurizzazione a quella del serbatoio.

<u>Sconnessione del serbatoio al sistema di pressurizzazione</u>
Esaurita la prova EA, si procede alla sconnessione delle tubazioni di collegamento tra il serbatoio ed il sistema di pressurizzazione, operando in condizioni di massima sicurezza per l'inevitabile rilascio in atmosfera di piccole quantità di gas.

Tutte le guarnizioni impiegate nei collegamenti effettuati per l'esecuzione della prova EA devono essere sostituite e mai riutilizzate.

9 Sensore di pressione

Ai fini di una corretta associazione tra l'attività acustica e le condizioni di carico prodotte sulla membratura del serbatoio per effetto della pressurizzazione, è indispensabile installare un sensore di pressione.

Il monitoraggio della pressione del serbatoio è fondamentale ai fini dello svolgimento della prova EA in sicurezza.

Il sensore di pressione deve essere del tipo alimentato in bassa tensione in corrente continua, nonché opportunamente incapsulato ed idoneo all'impiego in atmosfera potenzialmente esplosiva.

Il sensore di pressione deve avere un fondo scala prossimo a p_{max} (valore raccomandato 20 bar) e possedere un'accuratezza non peggiore di ±1% di p_{max}.

L'alimentazione e l'amplificazione del segnale devono essere ottenute con l'impiego di una unità di controllo dedicata e dotata di un lettore digitale per una facile ed immediata visione della pressione da parte dell'operatore addetto alla pressurizzazione.

L'unità di controllo deve inoltre essere dotata di:
a) un ingresso analogico (tensione o corrente) da utilizzare come ingresso del parametro di controllo per la strumentazione EA dedicata;
b) una uscita analogica (o interruttore) a soglia d'allarme, per il comando di eventuali dispositivi di sicurezza.

E' necessario che il sensore di pressione sia calibrato annualmente da personale certificato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025.

10 Sistema EA

Il sistema EA è un apparato integrato e funzionale costituito da una strumentazione (*hardware*) e da un codice di gestione (*software*).

Una rappresentazione schematica della configurazione del sistema EA viene fornita in figura 3.

Tutta la strumentazione EA che costituisce il sistema EA deve risultare conforme alle specifiche indicate dallo standard EN 13477-1.
Tutta la strumentazione EA deve essere utilizzata sempre in accordo alle specifiche dichiarate dal costruttore, nonché verificata e calibrata almeno una volta l'anno in conformità allo standard EN 13477-2.

La strumentazione deve rispettare almeno le seguenti specifiche tecniche:

Alimentazione elettrica
La strumentazione dedicata EA deve essere alimentata elettricamente secondo le specifiche fornite dal costruttore.

Sensori
I sensori EA devono essere dotati di una sensibilità maggiore di –55 dB (riferito a 1 V/μbar), determinata da un esame ad ultrasuoni faccia a faccia, nell'intervallo di frequenza compreso tra 90 kHz e 450 kHz (banda di frequenza efficace). All'interno di tale banda, la sensibilità non deve variare oltre i 12 dB. Una rappresentazione grafica della risposta tipica di un sensore EA ottenuta con un esame ad ultrasuoni faccia a faccia è riportata in figura 4.

La sensibilità all'interno della banda di frequenza efficace non deve variare oltre 3 dB per l'intervallo di temperatura (-5 °C ; + 50 °C).

Il diametro dell'area sensibile del sensore deve essere minore o uguale a 13 mm per eliminare gli effetti di apertura.

I sensori devono essere schermati dalle interferenze elettromagnetiche mediante un'idonea progettazione o attraverso l'impiego di elementi differenziali (non coincidenti), ovvero entrambe le soluzioni.
I sensori, infine, devono essere isolati elettricamente da superfici conducibili mediante l'utilizzo di un rivestimento isolante.

Cavi di segnale per la connessione al pre-amplificatore
I cavi di segnale per la connessione al pre-amplificatore non devono essere più lunghi di 1,80 m e non devono, comunque, attenuare il segnale oltre 3 dB.
Queste condizioni vengono, ovviamente, soddisfatte per i sensori dotati di pre-amplificatore integrato, che sono comunque raccomandati.
I cavi di segnale devono essere schermati dalle interferenze elettromagnetiche.
I cavi coassiali conformi allo standard "*no noise*" sono adeguati.

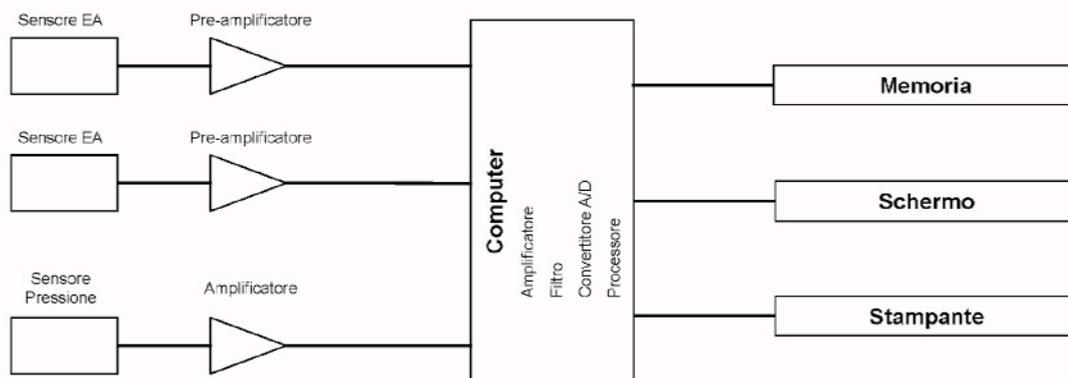



figura 3

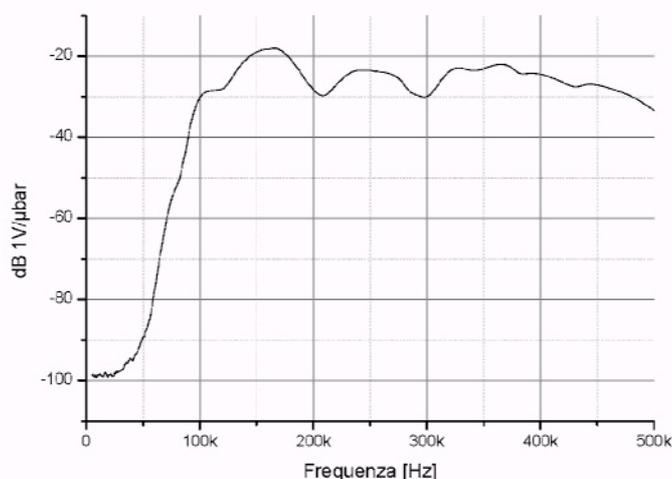



figura 4

Mezzo di accoppiamento

Il mezzo di accoppiamento deve garantire, durante l'intero svolgimento della prova EA, una eccellente efficienza di trasmissione acustica tra le membrature del serbatoio e la superficie sensibile del sensore EA.

Il mezzo di accoppiamento deve essere stabile sotto il profilo chimico-fisico per l'intervallo di temperatura (-5 °C ; + 50 °C).

Sono, per questo, raccomandati grassi siliconici o affini. Tuttavia, possono essere utilizzati anche adesivi specifici comunque idonei a garantire l'efficienza dell'accoppiamento e la stabilità sotto il profilo chimico-fisico per l'intervallo di temperatura (-5 °C ; + 50 °C).

Pre-amplificatore

Il pre-amplificatore deve essere dotato di un livello di rumore di fondo inferiore a 3 µV rms (riferito ad una condizione di "*short input*") all'interno della banda di frequenza efficace.

Il guadagno del pre-amplificatore non deve variare oltre ± 1 dB all'interno della banda di frequenza efficace e per l'intervallo di temperatura (-5 °C ; + 50 °C).

Il pre-amplificatore deve essere schermato dalle interferenze elettromagnetiche.

I pre-amplificatori, se tra loro diversi, devono comunque garantire una reiezione di almeno 40 dB del modo comune.

Il pre-amplificatore deve essere dotato di un filtro passa-banda con un'attenuazione del segnale minima di 24 dB/ottava al di sopra ed al di sotto della banda di frequenza efficace. Diversamente, la banda-passante può essere posizionata più a valle nella catena di misura.

Post-amplificatori e filtraggio
Il guadagno del circuito elettronico deve manifestare stabilità con una variazione massima ± 2 dB nell'intervallo di temperatura da 0°C a 40°C.

La soglia di *trigger* del segnale deve avere una accuratezza di ± 2 dB.

Il post-amplificatore deve essere dotato di un filtro passa-banda con un'attenuazione del segnale minima di 6 dB/ottava al di sopra ed al di sotto della banda di frequenza efficace.

Il guadagno del post-amplificatore non deve variare oltre l'intervallo ± 1 dB all'interno della banda di frequenza efficace e per l'intervallo di temperatura (-5 °C ; + 50 °C).

Il post-amplificatore deve essere schermato dalle interferenze elettromagnetiche.

Cavi di amplificazione del segnale
I cavi di amplificazione del segnale, di collegamento tra il pre-amplificatore ed il post-amplificatore, consentono l'alimentazione elettrica dei pre-amplificatori e la trasmissione dei segnali amplificati al processore principale.

Essi devono essere schermati dalle interferenze elettromagnetiche.

Essi non devono determinare un'attenuazione del segnale superiore a 1 dB per ogni 30 metri di cavo.
In ogni caso, i cavi di amplificazione del segnale non devono essere più lunghi di 150 m.
L'attenuazione totale del segnale non deve essere, comunque, superiore a 3 dB.

I cavi coassiali conformi allo standard "*no noise*" sono adeguati.

Strumenti elettronici per l'acquisizione digitale
Ogni canale di acquisizione della strumentazione dedicata utilizzato per la prova EA deve essere dotato di un proprio convertitore analogico-digitale (A/D) che rispetti le seguenti specifiche tecniche:

a) risoluzione (verticale) non inferiore a 16 bit su 1 V_{pp};
b) frequenza di campionamento non inferiore a 5 MHz;
c) intervallo dinamico non inferiore a 80 dB;
d) elevata stabilità per l'intervallo dinamico precedentemente definito e nell'intervallo di temperatura specificato dal costruttore;
e) acquisizione dati nella modalità *pre-trigger*.

Il sistema deve essere in grado di garantire la registrazione e la conversione dei dati in formato digitale dei segnali dei transienti con *duration* almeno pari a 3 ms e un periodo di campionamento (risoluzione orizzontale) di 0,2 µs per ogni canale.

I dati riferiti alla misura della pressione devono essere acquisiti e registrati con una frequenza non inferiore a 1 Hz.

Processore di segnale
I processori di segnale sono apparecchiature computerizzate dotati di canali indipendenti che filtrano, misurano e convertono i segnali analogici in dati (digitalizzazione) per consentirne visualizzazione e la la memorizzazione.

Il processore di segnale deve avere caratteristiche prestazionali tali da assicurare la necessaria velocità e capacità di processare i dati indipendentemente e simultaneamente per tutti i canali d'acquisizione.
Inoltre, il processore di segnale deve assicurare continuità funzionale, evidenziando all'operatore eventuali anomalie caratterizzabili, generalmente, da un disturbo continuo. Tra le possibili cause che possono determinare un segnale costantemente oltre la soglia di *trigger* del sistema EA devono essere menzionati:

- trafilamenti da valvole;
- disturbi dovuti al flussaggio;
- un'eccessiva attività acustica.

Il processore di segnale deve consentire la possibilità di filtrare i dati e riprocessarli.

Il segnale EA deve essere caratterizzato almeno attraverso i seguenti parametri più significativi:

- *arrival time* [dd hh:mm:ss xxx.xxxx];
- *amplitude* [dB];
- *energy* [eu];
- *duration* [µs];
- *counts*;
- *rise time* [µs].

Il processore di segnale deve garantire le accuratezze specificate in tabella 2.

Parametro	Accuratezza
Arrival time	± 1 µs
Amplitude	± 2 dB
Duration	± 10 µs
Counts	± 5 %
Rise time	± 10 µs

tabella 2

Localizzazione della sorgente EA

Il sistema EA deve poter consentire la localizzazione della sorgente EA. A tal fine, devono poter essere definite dall'operatore:

- la velocità di propagazione dell'onda elastica nel mezzo (materiale delle membrature del serbatoio);
- la disposizione e la distanza tra i sensori EA.

La risoluzione del tempo necessario alla localizzazione della sorgente EA non deve essere inferiore a 0,2 µs.

Il sistema EA deve svolgere il calcolo per la localizzazione della sorgente EA utilizzando un algoritmo con legge lineare.

Schermo

Il sistema EA deve essere dotato di uno schermo per la visualizzazione dei dati di prova, con particolare riferimento alla configurazione dell'apparecchiatura sperimentale ed al rilievo alfa-numerico e grafico dei parametri acquisiti e dei risultati delle operazioni di calcolo.

Memoria

Il sistema EA deve essere dotato di un idoneo supporto di registrazione dei dati.

Stampante

Il sistema EA deve essere corredato da una stampante a colori.

11 Accertamenti ed operazioni preliminari

Preliminarmente all'esecuzione della prova EA devono essere obbligatoriamente condotti, dal Personale addetto ed in relazione alle specifiche competenze, i seguenti accertamenti ed operazioni preliminari:

Accertamenti preliminari

Riscontro dei dati di targa per l'identificazione del serbatoio

Il serbatoio deve essere inequivocabilmente identificabile attraverso una targhetta o punzonatura accessibile e leggibile. I dati di targa devono corrispondere a quelli riportati sul fascicolo tecnico o sul certificato di costruzione (libretto) e relativi disegni costruttivi.

Analisi del fascicolo tecnico del serbatoio o del certificato di costruzione (libretto) e relativi disegni costruttivi

Dalla visione dei verbali delle eventuali precedenti verifiche periodiche condotte sul serbatoio, devono trarsi informazioni circa le possibili anomalie funzionali riscontrate, la presenza di difetti accertati e, per quanto possibile, il campo e le modalità di esercizio.

Pre-ispezione

Occorre verificare che il proprietario abbia provveduto alla regolare manutenzione del serbatoio, delle attrezzature e dei dispositivi accessori necessari al corretto funzionamento e controllo dell'esercizio in sicurezza.

Preliminarmente all'esecuzione della prova EA, deve essere verificato il buono stato di conservazione delle membrature a pressione mediante Esame Visivo (VT) diretto non assistito della superficie esterna, ovvero, in relazione alla tipologia di rivestimento del serbatoio:

- VT diretto assistito o VT remoto della superficie esterna, per serbatoi contenuti in guscio in polietilene con intercapedine ispezionabile;
- verifica dello stato del sistema di protezione catodica, per serbatoi con rivestimento in resina epossidica termoindurente;
- monitoraggio dell'umidità per serbatoi contenuti in guscio in polietilene con intercapedine non ispezionabile.

Quale che sia il controllo integrativo eseguito, questo deve essere svolto in conformità alle regolamentazioni tecniche di riferimento.

Rivelazione fughe
Deve essere accertata l'assenza di fughe di gas. In caso, sospendere qualsiasi attività che possa determinare condizioni di pericolo per persone e cose, con particolare riguardo al rischio d'innesco di fenomeni di combustione o, addirittura, di esplosione (vedi sezione 6).

Trafilamenti di gas difficilmente evidenziabili ad una prima ispezione sono comunque riscontrabili nel corso della fase di registrazione del rumore di fondo, così come descritta nella successiva sezione 15.

Qualora anche uno solo degli accertamenti sopra specificati non fosse verificato, la prova EA non deve essere eseguita, esplicitando le ragioni nel relativo Rapporto di prova.

Operazioni preliminari
Verifica dell'accessibilità delle membrature
L'accessibilità al serbatoio, sia pur limitata al pozzetto, deve essere sempre possibile, anche rimovendo eventuali ostacoli. Nel caso in cui il pozzetto non offra le condizioni minime di accessibilità per il posizionamento dei sensori EA questi andranno installati su una zona delimitata, di geometria nota, opportunamente individuata e resa accessibile.

Rilevamento di alcuni parametri di esercizio attuali
E' necessario rilevare preliminarmente alla prova:

- la pressione relativa all'interno del serbatoio dal manometro a corredo;
- il grado di riempimento dall'indicatore di livello a corredo;
- la temperatura della superficie della membratura del serbatoio accessibile, mediante l'uso di un termometro digitale dotato di sonda a contatto (valore medio di tre misure effettuate in punti diversi);

Ai fini del buon esito della prova e prima di effettuare qualsiasi collegamento con l'impianto di pressurizzazione, è necessario verificare che:

- la pressione all'interno del serbatoio non sia superiore a 9 bar;
- il grado di riempimento non sia inferiore al 20 % per garantire le condizioni di un corretto adescamento della fase liquida (nel caso di impianto di pressurizzazione a ciclo chiuso), e non superiore al 75 % per evitare gorgogliamenti durante la re-immissione della fase gassosa.

Esclusione del serbatoio
Prima di procedere all'esecuzione di qualsiasi ulteriore azione, il serbatoio deve essere necessariamente escluso dalla rete di distribuzione e/o utilizzazione del GPL mediante la chiusura di tutte le valvole d'intercettazione allo scopo individuate.

Durante l'esecuzione della prova è cura del Responsabile informare l'utente circa il divieto di utilizzare qualsiasi apparecchio alimentato dal serbatoio esaminato (caldaia, fornelli, bruciatori, ecc.).

Al termine della prova EA, sempre che il serbatoio sia stato classificato idoneo, occorre:

a) ripristinare i collegamenti alla rete di distribuzione e verificare l'assenza di fughe e/o perdite;
b) verificare la corretta funzionalità dell'impianto.

Sicurezza
E' cura del Responsabile comunque accertare che siano adottate tutte le misure di sicurezza necessarie alla eliminazione e/o minimizzazione dei rischi, in conformità alle indicazioni fornite nella sezione 6.

12 Installazione dei sensori EA e del sensore di pressione

Sensori EA

I sensori EA devono essere installati, per quanto possibile, procedendo secondo le fasi e le relative raccomandazioni di seguito riportate:

Selezione dei sensori EA

I sensori EA devono essere selezionati verificando per essi la corrispondenza delle specifiche tecniche ai requisiti già indicati nella sezione 10.

I sensori EA selezionati devono possedere identiche caratteristiche.

Tutti i sensori EA impiegati nel corso di una prova devono essere facilmente identificabili, ad esempio attraverso targhette adesive collocate sulla superficie laterale della capsula di contenimento.

Posizionamento dei sensori EA

Compatibilmente con l'accessibilità del pozzetto, i sensori EA devono essere posizionati in zone opportunamente individuate e, per quanto possibile, libere da tronchetti, connessioni, golfari di sollevamento ecc. Ciò è essenzialmente motivato dalla necessità di evitare interferenze e ridurre, così, gli effetti di attenuazione e dispersione dell'onda elastica.

In generale, il posizionamento dei sensori EA deve tener conto delle condizioni di simmetria che caratterizzano la geometria del serbatoio.

Più in particolare, se trattasi di un serbatoio orizzontale, è indicato posizionare i sensori lungo una generatrice della membratura ed in equidistanza rispetto al piano di simmetria trasversale, mentre per un serbatoio verticale lungo una generatrice del fondo ed in equidistanza rispetto al suo centro.

E' raccomandato posizionare i sensori ad una distanza mutua pari a 400 ± 20 mm.

Le figure 5 e 6 forniscono rispettivamente una rappresentazione schematica del posizionamento della coppia di sensori per un serbatoio orizzontale ed uno verticale.

Pulitura delle superfici

La pulizia delle superfici sulla quale vanno posizionati i sensori EA è di fondamentale importanza per l'esecuzione della prova.

A seconda dei casi le superfici possono richiedere un appropriato trattamento che può assumere caratteristiche di "preparazione" (rimozione di strati di coibente, isolante ecc.) e/o di semplice "pulizia" (lavaggio, spazzolatura, ecc.).

Più comunemente, la pulizia delle superfici può essere condotta con acetone o diclorometano. In ogni caso, l'uso di queste sostanze deve avvenire in conformità alle disposizioni o raccomandazioni prescritte dalle corrispondenti schede tecniche ed adottando idonei dispositivi di protezione individuali.

Marcatura delle posizioni

Al fine di individuare con accuratezza le posizioni di installazione dei sensori EA sulla superficie del serbatoio, è raccomandabile marcare, utilizzando un pennarello indelebile, i punti precedentemente stabiliti in fase di definizione della configurazione.

Per questo, è estremamente conveniente poter utilizzare un metro flessibile per tracciare gli assi, eventualmente servendosi di punti di riferimento propri del serbatoio (valvola di sicurezza, tronchetti, collegamenti, vertici del pozzetto, ecc).

Installazione dei sensori EA

L'installazione dei sensori EA sulla membratura deve essere garantita da idonee staffe magnetiche di fissaggio configurate a ponte e dotate di una molla di contrasto per un corretto accoppiamento del sensore EA sulla superficie.

All'interfaccia sensore - membratura, è indispensabile disporre un mezzo di accoppiamento al fine di creare le giuste condizioni di continuità per la trasmissione acustica.

I preamplificatori esterni, se presenti, devono essere fissati in sede con nastro adesivo, magari interponendo uno strato di spugna sintetica, con lo scopo di attenuare o ridurre gli effetti dovuti ad urti, sbattimenti, sfregamenti con la membratura del serbatoio.

Connessione dei cavi di segnale alla strumentazione

E' consigliabile, prima di posizionare i sensori EA sulla membratura, completare la relativa connessione dei cavi di segnale.

I cavi di segnale devono essere numerati o, comunque, identificabili attraverso dei segnacavi adesivi disposti almeno alle estremità. E', in generale, raccomandato creare una corrispondenza sistematica tra sensore – cavi di segnale - preamplificatore – cavi di amplificazione del segnale - canale di acquisizione del processore di segnale EA.

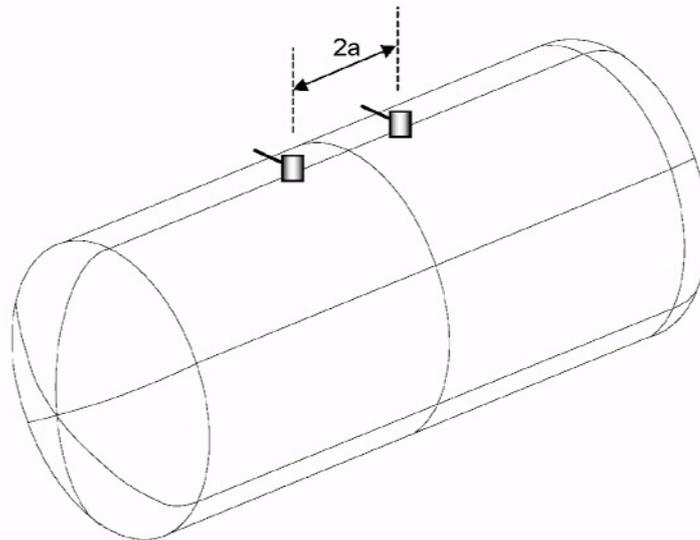



figura 5

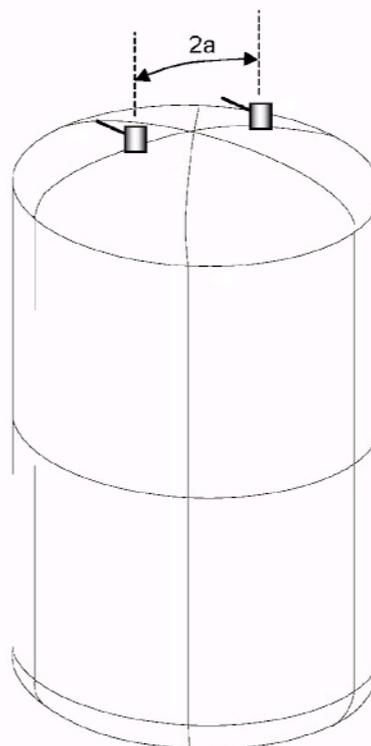



figura 6

E', inoltre, consigliato verificare l'assenza di impurità di vario tipo (ossidi, grassi, polvere, terriccio, ecc.) su tutti i connettori impiegati. In caso, utilizzare detergenti specifici con composti fluorati che non abbiano caratteristiche di infiammabilità o tossicità.

I cavi di amplificazione del segnale dovrebbero essere avvolti su supporti a bobina dotati di un dispositivo a manovella di facile ed immediata utilizzazione, sia per abbreviare i tempi di stesura e recupero, sia per garantire una loro raccolta più ordinata e funzionale.
Analogamente, la loro disposizione non deve creare intralcio al Personale addetto alla prova. Se ne raccomanda, quindi, una stesura ordinata e funzionale. Se necessario, può essere opportuno evidenziare la loro presenza mediante un'apposita segnaletica.

La disposizione dei cavi di connessione dei sensori EA e del sensore di pressione alle rispettive strumentazioni dedicate deve avvenire accuratamente evitando possibili urti, sbattimenti, sfregamenti con la membratura del serbatoio o con altri elementi o dispositivi adiacenti. Ciò al fine di eliminare sorgenti di disturbo (*noise*) che possano prevedibilmente generare segnali EA spuri. E', pertanto, buona norma fissare i cavi di segnale sulla membratura con nastro adesivo.

Installazione del sensore di pressione
E' raccomandato installare il sensore di pressione sulla linea di pressurizzazione in prossimità del tronchetto di carico mediante un idoneo adattatore. E' possibile installare il sensore sulla linea di pressurizzazione anche in posizioni remote dal serbatoio purché tali da garantire, comunque, il corretto rilevamento della pressione attuale del GPL all'interno del serbatoio. Tale circostanza è generalmente rispettata se la pressurizzazione del serbatoio avviene molto lentamente e se la linea non determina delle rilevanti perdite di carico.

Prima di ogni installazione sulla linea di pressurizzazione, deve essere effettuato il bilanciamento (o azzeramento) del segnale relativo al sensore di pressione per eliminare qualsiasi tara.

L'installazione del sensore deve essere effettuata rispettando scrupolosamente le necessarie condizioni di lavoro in sicurezza.

13 Configurazione specifica del sistema di prova EA

Il sistema EA deve essere dotato di almeno due canali configurati come di seguito specificato in tabella 3:

Guadagno	DDT	RT	Filtro	Soglia di *trigger*	Frequenza di acquisizione del transiente	*Pre-trigger samples* del transiente	*Samples* del transiente
dB	μs	ms	kHz	dB	MHz		
34	200	3	95-850	35,5	5	200	16384

tabella 3

Ai fini della visualizzazione alfa – numerica e grafica dei dati, è raccomandato configurare il sistema EA per poter fornire un elenco (listato) istantaneo dei valori dei parametri di caratterizzazione più significativi secondo quanto indicato in tabella 4, nonché delle rappresentazioni grafiche attualizzate secondo quanto indicato in tabella 5.

Il processamento e la visualizzazione sullo schermo dei dati di prova EA devono essere costantemente aggiornati ad ogni EA rilevata.

Nota
Deve essere osservato che i valori HC ed EC, necessari al calcolo corretto degli indici di valutazione ICSE ed ISRE, nonché dell'indicatore sintetico γ, devono essere computati come somma delle attività acustiche (hit) e delle relative energie (energy) per i due canali attivi durante la prova EA.
Ciò non esclude, a vantaggio dell'operatore addetto alla gestione del sistema EA, che l'attività acustica registrata possa essere visualizzata per ciascun canale attivo indipendentemente.

L'acquisizione dei parametri indicati in tabella 4 deve essere registrata in uno specifico *file* con estensione ".txt", strutturato per *record*.
In ogni *record* devono essere contenuti i parametri caratteristici di ogni segnale EA registrato durante la prova.

Ogni segnale EA deve essere riportato all'interno del *file* rispettando l'ordine di accadimento.

Oltre ai parametri indicati in tabella 4, è altresì richiesta l'acquisizione e la registrazione dei segnali dei transienti (forme d'onda) relativi ad ogni EA rilevata, secondo le specifiche indicate nella sotto-sezione "Strumenti elettronici per l'acquisizione digitale" della sezione 10. Tali transienti, individuabili attraverso un identificativo (TRAI), devono essere registrati in uno specifico *file* con estensione ".tra".

Sigla	Descrizione	Unità di misura
ID	*Label* – Identificativo	
HITS	Indice che identifica il numero progressivo con cui è stato registrato il segnale	
Time	*Arrival time* – Istante assoluto del primo passaggio di soglia del segnale EA	dd hh:mm:ss xxx.xxxx
CHAN	*Channel number* – Numero del canale che ha registrato il segnale EA	
p	*Pressure* (da *Parametric Input*) – Pressione	bar
A	*Amplitude* – Ampiezza massima del segnale EA tra il primo e l'ultimo passaggio di soglia	dB (ref. 1 μV)
THR	*Trigger Threshold* – Soglia di *Trigger* – Livello di ampiezza al di sopra del quale l'*hit* viene acquisito	dB (ref. 1 μV)
E	*Energy* – Energia – Energia elastica totale associata al segnale EA	eu (1eu= $10^{-14}V^2s$)
R	*Risetime* – Intervallo di tempo tra il primo passaggio di soglia e il picco massimo di ampiezza del segnale EA	μs
D	*Duration* –Durata - Intervallo di tempo tra il primo e l'ultimo passaggio di soglia del segnale EA	μs
CNTS	*Counts* – Numero dei passaggi di soglia positivi del segnale EA	
RMS	*Root mean square* – Valore efficace del rumore di fondo	μV
TRAI	*Transient Recorder Index* – Indice che identifica il numero progressivo con cui è stato registrato il transiente	
EV	*Events* – Sigla che identifica un hit per il quale è stata possibile la localizzazione	
HC	Numero di *hit* cumulati da tutti i canali (somma)	
EC	Energia cumulata da tutti i canali (somma)	eu (1eu= $10^{-14}V^2s$)
AC	Area sottesa dalla curva dell'Energia Cumulata Normalizzata (ECN) in funzione degli *hit* Cumulati Normalizzati (HCN)	
k	Numero minimo di hit la cui energia totale è pari ad almeno il 50% della EC	
Δp	Differenza fra la pressione attuale e la pressione di inizio prova EA	bar
Δp_{ISRE}	Intervallo di pressione assegnato (vedi tabella A1)	bar
$\Delta EC(\Delta p_{ISRE})$	Energia cumulata sull'intervallo di pressione Δp_{ISRE}	eu (1eu= $10^{-14}V^2s$)
ICSE	Indice di valutazione – Indice di criticità per la stabilità all'esercizio	
ISRE	Indice di valutazione – Indice storico di rilascio dell'energia	
r	*Radius* – Distanza dall'origine del punto rappresentativo nel piano ISRE – ICSE	
θ	*Theta* – Angolo fra l'asse delle ascisse e il vettore di modulo r, nel piano ISRE – ICSE	gradi
γ	Indicatore sintetico	
γ_{max}	Valore massimo dell'Indicatore sintetico	

tabella 4

Asse orizzontale	Asse verticale	Rappresentazione grafica
Time	Amplitude	Punti
Pressure	Amplitude	Punti
Time	Eventi Localizzati	Punti
Pressure	Eventi Localizzati	Punti
Time	RMS	Linea
Pressure	RMS	Linea
Time	Pressure	Linea
Time	HC	Linea
Pressure	HC	Linea
Time	EC	Linea
Pressure	EC	Linea
Normalized HC	Normalized EC	Linea
Time	AC	Linea
Pressure	AC	Linea
Time	k	Linea
Pressure	k	Linea
Time	ICSE	Linea
Pressure	ICSE	Linea
Time	ICSE & ISRE	Linea
Pressure	ICSE & ISRE	Linea
Time	ISRE	Linea
Pressure	ISRE	Linea
ISRE	ICSE	Punti
Time	Radius & theta	Linea
Pressure	Radius & theta	Linea
Theta	Radius	Punti
Time	γ & γ_{max}	Linea
Pressure	γ & γ_{max}	Linea

tabella 5

14 Verifica di funzionalità del sistema EA

Dopo la installazione dei sensori EA e la configurazione del sistema EA deve essere effettuata una verifica di funzionalità secondo quanto di seguito indicato.
Per ciascuno dei due canali della coppia, di seguito brevemente indicati con “1” ed “2”, devono simularsi degli eventi EA per accertare che il sistema globalmente risponda in maniera appropriata e ripetibile.

Tali prove possono essere eseguite mediante rotture di mina calibrata (tecnica *Hsu–Nielsen*) di diametro 0,3 mm e durezza 2H, così come indicato nello standard EN 13477-2.
In particolare, con riferimento al canale 1, è consigliabile effettuare una serie di prove nella regione immediatamente adiacente al sensore (distanza non superiore a 20 mm) per individuare il punto per il quale il segnale EA assume ampiezza massima. Una volta determinato, il punto deve essere marcato con pennarello indelebile. In corrispondenza di tale punto devono essere prodotti almeno quattro eventi EA.
Le medie (A11 ed A12) e gli intervalli di variabilità rispetto alle medie (ΔA) delle ampiezze misurate dai due sensori devono soddisfare le tre condizioni:

a) A11 > 95 dB
b) A12 > 75 dB
c) $|\Delta A| < 3$ dB

Analoga prassi deve essere condotta con riferimento al canale 2.

In alternativa o a supporto del metodo *Hsu-Nielsen* può essere impiegato un pulsatore elettronico. Qualora si dovesse preferire il pulsatore elettronico, si raccomanda di eseguire per ogni canale una sequenza di quattro impulsi intervallati tra loro di almeno 1 s. L’ampiezza misurata dal sensore ricevitore deve essere sempre maggiore di 95 dB.

Qualora la verifica di funzionalità non desse esito positivo, è necessario indagare sulle cause (es. presenza di elementi d'interferenza tra i sensori, cattivo accoppiamento del sensore, connessioni, ecc.), procedendo al riposizionamento dei sensori o alla riparazione o sostituzione della parte interessata.

La verifica della funzionalità della strumentazione EA deve essere registrata su *file* e caratterizzata da specifiche *label* che ne consentano di distinguere l'inizio e la fine.

15 Registrazione del rumore di fondo

Prima di avviare la prova EA, è necessario effettuare un'acquisizione e registrazione dei segnali EA per un tempo t_{rf} non inferiore a 5 minuti al fine di accertare l'assenza di disturbi di qualsiasi natura che potrebbero inficiarne la validità.
A tale scopo, deve essere monitorato il parametro RMS, il cui valore non deve mai superare la soglia di 20 µV su ogni canale calcolato imponendo le condizioni rappresentative specificate in tabella 6.

BIN *type*	Average
BIN *width*	1 s
BIN *number*	$\geq t_{rf}$ (espresso in s)

tabella 6

Qualora ciò dovesse avvenire, occorre sospendere la prova ed individuare le cause che producono tali disturbi e, se possibile, eliminarle.

I disturbi potrebbero essere sia di carattere ambientale (pioggia, vento, origine elettromagnetica, ecc.), sia causati dagli impianti (trafilamenti di fluido dalle linee, vibrazioni, urti, ecc.).
Se il disturbo dovesse persistere, è necessario interrompere definitivamente la prova.

La registrazione su *file* del rumore di fondo deve essere caratterizzata da specifiche *label* che ne consentano di distinguere l'inizio e la fine.

16 Esecuzione della prova EA

La sequenza delle fasi operative per l'applicazione della procedura EA sono schematicamente rappresentate in figura 7.

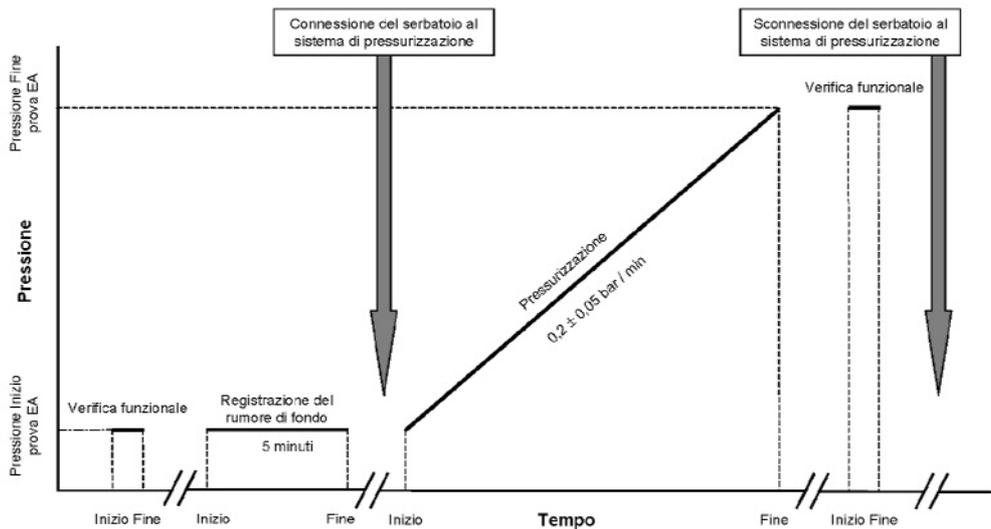



figura 7

Più precisamente, successivamente alla verifica funzionale, alla registrazione del rumore di fondo ed alla equalizzazione delle pressioni del serbatoio e del sistema di pressurizzazione, si attiva l'acquisizione e la registrazione dei segnali EA utili ai fini interpretativi, contestualmente all'avvio della pressurizzazione del serbatoio.

La pressurizzazione del serbatoio deve avvenire con legge lineare con gradiente 0,2 ± 0,05 bar/min fino al raggiungimento di p_{max} in corrispondenza della quale la prova verrà conclusa. Ciò al fine di evitare che la successiva riduzione di pressione all'interno del serbatoio, dovuta alla naturale fase di condensazione per raffreddamento del fluido, comporti:

- una indebita cumulazione dei dati EA per gli stessi valori di pressione già raggiunti durante la pressurizzazione;
- l'introduzione di segnali spuri generati dalle goccioline di condensazione del fluido che per effetto gravitazionale impattano il pelo libero della fase liquida e la superficie delle membrature a diretto contatto.

a) Il valore di p_{max} viene specificato nell'Appendice A. Solo eccezionalmente, ed in relazione ad una successiva analisi dei dati svolta dall'ISPESL, un diverso valore può essere accettato.

Il valore di pressione interna al serbatoio deve essere costantemente visualizzato sullo schermo del sistema EA e, comunque, facilmente leggibile per tutto il Personale addetto all'esecuzione della prova EA.

Al fine di garantire condizioni minime di sicurezza nel corso della prova EA, è fatto obbligo mantenere la costante:

a) osservazione dello schermo del sistema EA per la visualizzazione dei dati di prova. Tali dati possono avere caratteristiche alfa-numeriche o grafiche coerenti con le indicazioni fornite nella sezione 13. Più in particolare si raccomanda l'osservazione dell'evoluzione di EC vs. Pressure (linea), Amplitude vs. Pressure (punti) e HC vs. Pressure (linea) identificando ogni canale con un diverso colore della traccia;
b) attivazione dell'altoparlante a "cicalino", per i sistemi EA che ne sono dotati, per sorvegliare, soprattutto, l'insorgere di fenomeni EA "a sciame", sintomatici di incipiente criticità del serbatoio o di cattiva tenuta delle connessioni idrauliche (fughe o trafilamenti di gas).

La prova EA deve essere interrotta qualora si verifichi:

- la saturazione o il malfunzionamento del sistema EA;
- l'insorgere di problemi durante la pressurizzazione;
- il superamento dei limiti specificati dal costruttore della strumentazione EA per la sua corretta utilizzazione;
- un eccessivo rumore di fondo;
- le condizioni specificate nella sezione 19 procedendo in conformità alle indicazioni ivi prescritte.

In tal caso, la prova EA non deve essere ripresa o ripetuta e la causa dell'interruzione deve essere debitamente evidenziata nel Rapporto di prova.

La prova EA deve essere registrata su *file* e caratterizzata da specifiche *label* che ne consentano di distinguere l'inizio e la fine.

A conclusione della prova EA, deve essere effettuata e registrata un'ulteriore verifica di funzionalità del sistema EA con le stesse modalità già indicate nella sezione 14, al fine di accertare che nel corso della prova non siano intervenuti eventi a carattere accidentale che abbiano compromesso la corretta acquisizione e registrazione dei segnali EA.
Qualora la verifica di funzionalità del sistema EA desse esito negativo, il problema deve essere debitamente evidenziato nel Rapporto di prova.
Sarà cura dell'ISPESL, in una successiva analisi dei dati, appurare l'accettabilità della prova EA.

La verifica della funzionalità della strumentazione EA a fine prova deve essere registrata su *file* e caratterizzata da specifiche *label* che ne consentano di distinguere l'inizio e la fine.

17 Indici di valutazione ICSE ed ISRE

I segnali EA registrati dalla coppia di canali EA devono essere elaborati in modo da estrarre le informazioni che consentano di valutare l'integrità strutturale del serbatoio esaminato.

A questo scopo sono definiti due indici di valutazione ICSE ed ISRE, i cui valori devono essere costantemente attualizzati durante la prova EA.
Il calcolo degli indici ICSE ed ISRE presuppone che anche le quantità di cui esso è funzione vengano costantemente attualizzate e per esse sia possibile la visualizzazione numerica e grafica.

Gli indici ICSE ed ISRE devono essere calcolati riferendosi alle quantità relative all'insieme dei due canali EA.

ICSE
L'Indice di Criticità per la Stabilità all'Esercizio viene definito come:

$$ICSE = f(HC, k, EC, \Delta p, AC) \quad [1]$$

dove le quantità HC, k, EC, Δp ed AC sono state definite nella tabella 4 della sezione 13.
Il calcolo di ICSE potrebbe condurre a valori negativi; in questo caso l'indice ICSE viene assunto pari a zero.

ISRE
L'Indice Storico del Rilascio di Energia viene definito come:

$$ISRE = g(\Delta EC, \Delta p_{ISRE}) \quad [2]$$

dove le quantità ΔEC e Δp_{ISRE} sono state definite nella tabella 4 della sezione 13.
Considerata la definizione [2], l'indice ISRE viene attualizzato solo dopo che il serbatoio abbia raggiunto una pressione pari a $2\Delta p_{ISRE}$ superiore a quella di inizio prova EA.

18 L'indicatore sintetico γ

Ricavati i valori degli indici di valutazione ICSE ed ISRE, si procede al calcolo dell'indicatore sintetico γ, il cui valore deve essere anch'esso costantemente attualizzato durante la prova EA e per esso sia possibile la visualizzazione numerica e grafica.

L'indicatore sintetico γ deve essere ricavato utilizzando la relazione:

$$\gamma = h(ICSE, ISRE) \quad [3]$$

Nel corso della prova EA deve essere costantemente aggiornato il valore massimo γ_{max} dell'indicatore sintetico γ, per il quale deve essere possibile la visualizzazione numerica e grafica, al fine di determinare con immediatezza eventuali insorgenti condizioni di criticità od instabilità di esercizio del serbatoio esaminato.

19 Interruzione d'emergenza della prova EA

Qualora nel corso della prova EA si determinasse la condizione

$$\gamma_{max} \geq \gamma_{stop}$$

è necessario procedere alla interruzione d'emergenza della prova EA.
In tal caso, si deve procedere secondo le disposizioni specificate nella sezione 6.

Il valore γ_{stop} dell'indicatore sintetico viene assegnato nella tabella A1 dell'Appendice A.

La prova EA deve essere altresì interrotta d'emergenza qualora si verifichi almeno una delle condizioni di seguito specificate:

- rilevamento di più di 5 segnali EA di ampiezza superiore o uguale a 85 dB dall'inizio della prova;
- rilevamento di più di 15 segnali EA di ampiezza superiore o uguale a 75 dB dall'inizio della prova;
- rilevamento di più di 2000 segnali EA di ampiezza superiore a 35,5 dB dall'inizio della prova.

Se la prova EA viene interrotta d'emergenza, questa non deve essere assolutamente ripresa.

20 Classificazione del serbatoio

Il serbatoio viene dichiarato idoneo o non idoneo in base al criterio mostrato nella tabella 7.

Classe	Diagnosi	Condizione
1	**Idoneo** - il serbatoio non manifesta una particolare attività acustica e risulta pertanto idoneo all'esercizio	$\gamma_{max} < \gamma_{lim}$
2	**Non idoneo** - il serbatoio manifesta un'attività acustica eccessiva tale da obbligarne, a scopo preventivo, la messa fuori servizio.	$\gamma_{max} \geq \gamma_{lim}$

tabella 7

Il valore γ_{lim} dell'indicatore sintetico viene assegnato nella tabella A1 dell'Appendice A.

21 Rapporto di Prova

A conclusione della verifica deve essere compilato un Rapporto di Prova che includa le seguenti informazioni:

a) procedura di prova e numero di revisione;
b) data e luogo di esecuzione della prova;
c) nominativo dell'Organismo Competente che ha condotto la prova;
d) luogo di installazione del serbatoio;
e) proprietario del serbatoio;
f) identificazione del serbatoio attraverso il certificato di fabbricazione (libretto matricolare) e relativi disegni costruttivi, da cui si deve evincere:
- fabbricante;
- matricola;
- numero di fabbrica;
- anno di fabbricazione
- tipologia del serbatoio;
- capacità;
- sistema di protezione (resina epossidica termoindurente o guscio in polietilene);

g) riferimenti a precedenti verifiche;
h) eventuali anomalie riscontrate nell'esercizio;
i) dati ambientali quali:
- condizioni meteorologiche;
- temperatura ambiente;
- presenza di fonti di disturbo;
- pH del terreno (opzionale);

j) parametri di esercizio attuali:
- grado di riempimento;
- pressione iniziale;
- temperatura superficiale della membratura;

k) esito degli accertamenti preliminari, secondo quanto indicato nella sezione 11;
l) rappresentazione grafica della posizione dei sensori, a corredo, è fortemente raccomandata l'acquisizione di documentazione fotografica o video relativa agli elementi illustrati;
m) descrizione completa dei sensori, pre-amplificatori, della strumentazione dedicata per segnali EA, del *software* di configurazione, elaborazione e visualizzazione dei dati EA, del sensore di pressione e della relativa unità di controllo, specificandone per ognuno marca, modello, numero identificativo;
n) descrizione della configurazione del sistema di acquisizione con relativo *file*, secondo quanto indicato nella sezione 13;
o) verifica di funzionalità del sistema EA con relativo *file*, secondo quanto indicato nella sezione 14;
p) pressione iniziale, legge di pressurizzazione seguita, e pressione finale raggiunta, secondo quanto descritto nella sezione 16;
q) *file* con i risultati della prova, secondo quanto descritto nell'Appendice E;
r) *file* con i valori degli indici di valutazione ICSE ISRE e dell'indicatore sintetico γ, secondo quanto descritto nelle sezioni 17 e 18;
s) esito della prova e classificazione del serbatoio, secondo quanto descritto nella sezione 20;
t) grafici di correlazione delle grandezze di seguito indicate:
- Pressione *vs* Tempo
- RMS vs. Tempo
- RMS vs. Pressione
- Amplitude vs. Pressione
- Energia Cumulata *vs* Pressione

- Hit cumulati *vs* Pressione
- Energia cumulata normalizzata *vs* Hit cumulati normalizzati
- k *vs* Pressione
- AC vs. Pressione
- ICSE *vs* Pressione
- ISRE *vs* Pressione
- ICSE vs ISRE
- Radius *vs* Pressione
- Theta *vs* Pressione
- Radius vs. Theta
- γ *vs* Pressione

u) data, nome e firma del Personale che ha condotto la prova;
v) data, nome e firma del Responsabile che ha supervisionato la prova.

Il Rapporto di Prova deve includere i dati di prova su supporto ottico o magnetico in conformità a quanto specificato nell'Appendice E.

A conclusione della prova EA, l'Organismo Competente deve rilasciare un attestato dell'avvenuta prova in conformità alla procedura EA al proprietario committente e, contestualmente, all'ISPESL, specificandone l'esito. Tale attestato ha validità temporanea e, in ogni caso, ai fini dell'autorizzazione all'ulteriore esercizio del serbatoio dovrà essere sostituito dalla certificazione emessa dall'ISPESL per la verifica decennale.

Organismo Competente	Numero	**Rapporto di Prova EA**	Proprietario (*Committente*)	Revisione della procedura di prova

Dati serbatoio

☐ Fabbricante ☐ Matricola: ☐ Numero di fabbrica: ☐ Anno di fabbricazione:	☐ Luogo di installazione: ☐ Tipologia (orizzontale/verticale): ☐ Capacità:

Dati ambientali

☐ Descrizione condizioni meteorologiche: ☐ Temperatura ambiente [°C]:	☐ Presenza fonti di disturbo (breve descrizione): ☐ pH terreno (opzionale):

Parametri di esercizio attuali

☐ Grado di riempimento del serbatoio [%]:
☐ Pressione iniziale [bar]:
☐ Temperatura superficiale membratura [°C]:

Riferimenti a precedenti verifiche	**Eventuali anomalie riscontrate nell'esercizio**
☐ Tipo di verifica: ☐ Data: ☐ Note:	☐ Data accadimento: ☐ Descrizione dell'anomalia: ☐ Misure intraprese: ☐ Note:

Tipologia rivestimento	**Controllo integrativo**
☐ Rivestimento con resina epossidica termoindurente; ☐ Guscio in polietilene con intercapedine non ispezionabile; ☐ Guscio in polietilene con intercapedine ispezionabile.	○ esame visivo diretto non assistito: ○ esame visivo diretto assistito: ○ esame visivo remoto: ○ verifica dello stato del sistema di protezione catodica: ○ monitoraggio del grado di umidità dell' intercapedine:

Sistema EA

☐ Modello:
☐ Fabbricante:

☐ Numero di serie:
☐ N° canali totali:

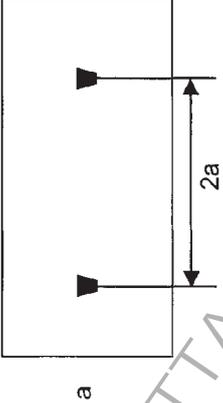
Descrizione dei sensori EA

Numero	Pre-amplificatore integrato		Fabbricante	Modello	n. di serie	Guadagno
1	☐ Si	☐ No				
2	☐ Si	☐ No				

Disposizione dei sensori

☐ Pozzetto circolare

☐ R [mm]:
☐ 2a [mm]:

☐ Pozzetto rettangolare

☐ a [mm]:
☐ b [mm]:
☐ 2a [mm]:

Pressurizzazione

☐ Pressione alla quale è iniziata l'acquisizione dei dati [bar]:
☐ Valore finale di pressione raggiunto [bar]:
☐ Sensore di pressione:

<table>
<tr><td>Interruzione della prova
□ Eccessivo rumore di fondo
□ Saturazione dei sensori del sistema EA
□ Malfunzionamento del sistema EA
□ Superamento dei limiti specificati dal costruttore della strumentazione EA
□ Altro:</td><td colspan="3">Interruzione d'emergenza della prova
□ $\gamma_{max} \geq \gamma_{stop}$
□ Rilevamento di più di 5 segnali EA di ampiezza ≥ a 85 dB da inizio prova
□ Rilevamento di più di 15 segnali EA di ampiezza ≥ a 75 dB da inizio prova
□ Rilevamento di più di 2000 segnali EA di ampiezza ≥ a 35,5 dB da inizio prova</td></tr>
<tr><td colspan="4">Difformità dalla procedura
Segnalare qualsiasi variazione accettabile rispetto alla procedura di prova EA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Indici di valutazione
□ ISRE di γ_{max}:
□ ICSE di γ_{max}:</td></tr>
<tr><td colspan="4">Indicatore sintetico
□ γ_{max}:</td></tr>
<tr><td colspan="4">Classificazione del serbatoio
□ Classe 1 – Idoneo ($\gamma_{max} < \gamma_{lim}$)
□ Classe 2 - Non idoneo ($\gamma_{max} > \gamma_{lim}$)
□ Note</td></tr>
<tr><td colspan="4">Personale addetto alla prova EA</td></tr>
<tr><td>L'Esecutore della prova EA</td><td>Luogo e data</td><td rowspan="2">Responsabile</td><td rowspan="2">Luogo e data</td></tr>
<tr><td>L'Esecutore della prova EA</td><td>Luogo e data</td></tr>
</table>

Diagrammi grandezze significative	
Pressione vs Tempo	RMS vs Pressione
RMS vs Tempo	Ampiezza vs Pressione

HC vs Pressione
k vs Pressione
EC vs Pressione
ECN vs HCN

ICSE vs Pressione
ICSE vs ISRE
AC vs Pressione
ISRE vs Pressione

Θ vs Pressione
r vs Θ
r vs Pressione
γ vs Pressione

APPENDICI

Appendice A (Normativa)

Assegnazione dei valori per i parametri suscettibili di aggiornamento e revisione della procedura EA

Alcuni parametri utilizzati nella procedura possono essere aggiornati in relazione alla elaborazione dei dati pervenuti al Centro Banca Dati EA dell'ISPESL.

La tabella A1 specifica tali valori che devono essere perciò assunti come quelli attuali di riferimento per la corretta applicazione della procedura EA.

Parametro	Valore	Unità
p_{max}	16 ± 0,2	[bar]
Δp_{ISRE}	0,8	[bar]
γ_{lim}	0,90	
γ_{stop}	0,95	

tabella A1

Appendice B (Normativa)

Criteri per la individuazione dei lotti omogenei

A completamento delle indicazioni fornite nell'Appendice I (Informativa) della norma EN 12818, le caratteristiche per la determinazione della omogeneità dei lotti sono di seguito specificate:

Serbatoio

- Numero di fabbrica
- Numero di immatricolazione ISPESL
- Anno di immatricolazione
- Dipartimento ISPESL omologante
- Anno di fabbricazione
- Tipologia del serbatoio
- Capacità
- Lunghezza
- Diametro esterno nominale
- Distanza tra le saldature circonferenziali
- Spessore del fasciame
- Spessore dei fondi
- Pressione di progetto
- Qualità del materiale impiegato per il fasciame
- Qualità del materiale impiegato per il fondo
- Preparazione dei giunti e processo di saldatura fasciame - fondi
- Preparazione dei giunti e processo di saldatura fasciame - fasciame
- Codice di progetto

Tipologia rivestimento

- Rivestimento con resina epossidica termoindurente e sistema di protezione catodica
- Guscio in polietilene con intercapedine non ispezionabile e monitoraggio dell'umidità
- Guscio in polietilenecon intercapedine ispezionabile

Fabbricante

- Fabbricante
- Sede di fabbricazione

Proprietario

- Proprietario
- Sede del Proprietario

Installazione

- Anno
- Sede dell'installazione

Ricondizionatore

- Ricondizionatore
- Sede del ricondizionamento

Ricondizionamento

- Tipologia di rivestimento
- Anno di rivalidazione a seguito di ricondizionamento
- Test di rivalidazione eseguiti

Tali caratteristiche possono essere suscettibili di revisione in relazione alle indicazioni emerse dalla elaborazione delle informazioni pervenute al Centro Banca Dati EA dell'ISPESL.

L'ISPESL provvede, una volta ricevuto l'elenco completo dei serbatoi soggetti a verifica decennale trasmesso dal proprietario in conformità alle modalità specificate nell'Appendice E, a determinare i lotti omogenei.

Appendice C (Normativa)

Determinazione del campione rappresentativo del lotto omogeneo

Il numero N di serbatoi da campionare all'interno di un lotto omogeneo che include complessivamente M serbatoi, viene calcolato in conformità alle indicazioni di tabella C1.

Consistenza del lotto	Numero di serbatoi del campione
$M < 7$	$N = M$
$7 \leq M \leq 20$	$N = 7$
$M > 20$	$N = \left[\text{int}\left(\frac{M}{3}\right) \right] + 1$

tabella C1

L'ISPESL individua, utilizzando tecniche per la selezione casuale di campioni, le unità che costituiscono il campione rappresentativo del lotto omogeneo e ne trasmette l'elenco matricolare ai rispettivi proprietari perché provvedano a richiedere all'Organismo Competente l'effettuazione dei controlli previsti.

I serbatoi per i quali il proprietario ha dichiarato lo stato di dismissione, perché ritirati, concorrono comunque alla determinazione del campione.
Per questi ultimi l'ISPESL stabilisce una opportuna percentuale da sottoporre a prova EA.

Appendice D (Normativa)

Criteri di idoneità del lotto omogeneo

La classificazione del lotto omogeneo avviene applicando il criterio d'idoneità illustrato nel diagramma di flusso di figura D1.
Al fine di rendere più facilmente interpretabile il diagramma di flusso, si riferisca, per la simbologia, alle quantità specificate in tabella D1.

Quantità	Definizione	Significato
γ_i		Valore massimo dell'indicatore sintetico γ relativo all'i-esimo serbatoio campionato
γ_m	$\gamma_m = \frac{\sum_{i=1}^{N} \gamma_i}{N}$	Media aritmetica dei valori di γ_i degli N serbatoi campionati
σ_γ	$\sigma_\gamma = \left(\frac{\sum_{i=1}^{N} (\gamma_i - \gamma_m)^2}{N-1} \right)^{1/2}$	Deviazione standard dei valori di γ_i degli N serbatoi campionati
g(x)	$g(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_\gamma} \exp\left[-\frac{(x-\gamma_m)^2}{2\sigma_\gamma^2} \right]$	Funzione di distribuzione utilizzata per rappresentare l'insieme dei valori di γ_i per gli M serbatoi del lotto omogeneo. Tale funzione di distribuzione viene assunta di tipo gaussiano
k_γ (M)	Vedi tabella D2	Deviata standard relativa alla distribuzione gaussiana con media γ_m e deviazione standard σ_γ, che corrisponde ad una probabilità di superamento pari a 1/(2M)
γ_U	$\gamma_U = \gamma_m + k_\gamma(M)\sigma_\gamma$	Stima dell'estremo superiore dell'insieme dei valori di γ_i per gli M serbatoi del lotto omogeneo (ovvero stima dell'indice γ_i per il serbatoio più critico del lotto)
N_{above}		Numero di serbatoi per i quali $\gamma_{max} \geq \gamma_{lim}$

tabella D1

M	k_γ(M)
10	1,645
15	1,83
20	1,96
30	2,13
50	2,33
75	2,475
100	2,575
150	2,71
200	2,81
300	2,935
400	3,02
600	3,145
1000	3,29
1500	3,40
2000	3,48

tabella D2

L'ISPESL, a valle delle opportune verifiche condotte sul campione, determina l'idoneità di tutte le unità appartenenti al lotto omogeneo e, in conformità alle modalità sopra descritte, rilascia la certificazione per l'autorizzazione all'ulteriore esercizio prevista per la verifica decennale.

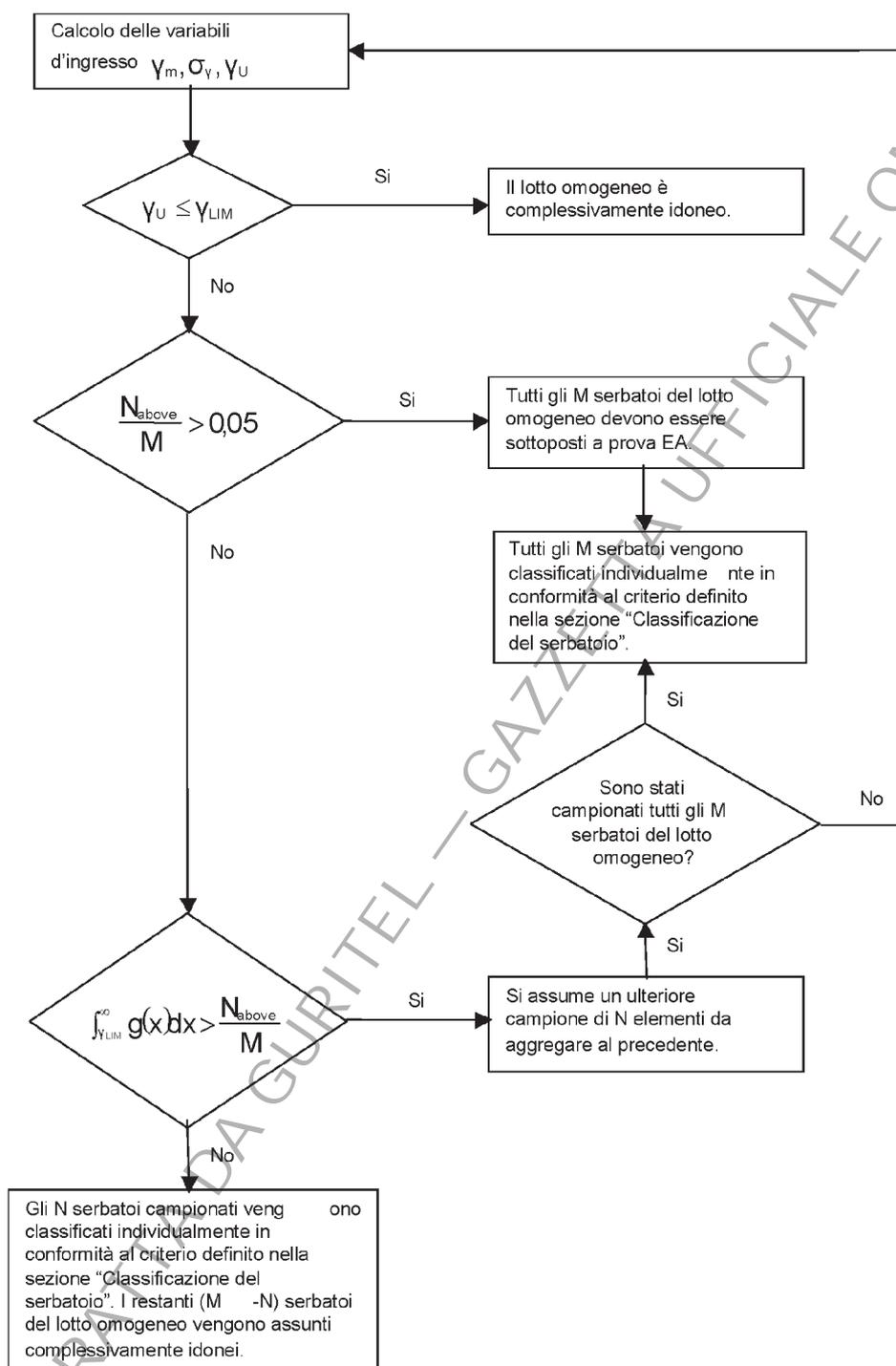



figura D1

In caso di ampliamento del campione, l'ISPESL individua, utilizzando tecniche di selezione casuale, le unità che costituiscono il nuovo campione e ne trasmette l'elenco matricolare ai rispettivi proprietari perché provvedano a richiedere all'Organismo Competente l'effettuazione dei controlli previsti.

Appendice E (Normativa)

Trasmissione dati al Centro Banca Dati EA - ISPESL

L'ISPESL, al fine di gestire con organicità i dati relativi all'applicazione della procedura, istituisce un Centro Banca Dati EA con sede presso il

Centro Banca Dati EA
Dipartimento Omologazione e Certificazione
ISPESL
Via Alessandria 220, E
00198 Roma

tel. 06 442801
e-mail ***gpl_ea@dom.ale.ispesl.it***

Dati inerenti alla individuazione del lotto omogeneo (a cura del Proprietario)
Il proprietario deve predisporre, con le modalità di seguito specificate, un elenco completo dei serbatoi soggetti a verifica decennale indicando i dati necessari per l'individuazione dei lotti omogenei e trasmetterlo, entro la fine dell'anno precedente a quello di scadenza, al Centro Banca Dati EA dell'ISPESL.
Nel trasmettere l'elenco all'ISPESL, il proprietario sottoscrive una dichiarazione attestante che tutti i serbatoi riportati in elenco risultano corredati dei libretti matricolari e siano sottoposti alle verifiche annuali di esercizio previste dalle vigenti disposizioni di legge.

La trasmissione dei dati può avvenire per via informatica (preferibile), o per via cartacea.
La trasmissione per via informatica può essere effettuata per via telematica, o per spedizione di un CD non riscrivibile.
La trasmissione per via telematica deve essere indirizzata a ***gpl_ea@dom.ale.ispesl.it*** e, per essa, deve essere attivata l'opzione "avviso di recapito".
La trasmissione per spedizione di un CD non riscrivibile implica:

- la verifica della leggibilità del CD all'origine,
- la firma e la data apposti dal proprietario, o di un suo delegato giuridicamente riconosciuto, con pennarello indelebile sul CD (e non sull'involucro),
- l'imballaggio del CD in un contenitore rigido,
- la documentabilità dell'avvenuto recapito.

La trasmissione per via cartacea deve avvenire per spedizione all'indirizzo del Centro Banca Dati dell'ISPESL. La ricezione deve essere documentabile.

Le modalità di compilazione dell'elenco sono di seguito riportate nella tabella E1.

Trasmissione	Caratteristiche	Note
Informatica	Tipo di *file*	testo (caratterizzato dall'estensione .txt)
	Nome del *file*	Al *file* deve essere assegnato un nome di complessivi 9 caratteri alfa-numerici così ripartiti: caratteri 1 - 2 = identificativo del proprietario, 2 lettere maiuscole a scelta che devono essere autoassegnate e mantenute invariate per tutte le altre evenienze. In caso di coincidenza con altri identificativi già assegnati, carattere 3 = "_" (*underscore*) carattere 4 = "E" (elenco) carattere 5 – 9 = identificativo dell'elenco con numero progressivo. Ai caratteri non significativi deve essere assegnato "0" (zero) esempio: PG_E00001.txt (questo *file* è relativo al proprietario "PlutoGas" ed è riferito all'elenco n. 1)
	Struttura del *file*	Il *file* deve essere costituito da un numero di record pari al numero dei serbatoi appartenenti allo stesso elenco. Ogni record deve essere delimitato da un "*carriage return*" ed un "*line feed*".
	Struttura del *record*	Ogni record contiene le informazioni relative a ciascun serbatoio in conformità ai requisiti specificati nell'Appendice B.
		La lunghezza del record non è assegnata.
		Il record è costituito da un numero di campi pari al numero di requisiti richiesti per la determinazione del lotto omogeneo.
	Struttura del campo	I campi sono tra loro delimitati dal separatore " ; " (punto e virgola). E' assolutamente da escludere l'uso del carattere " ; " (punto e virgola) all'interno dell'informazione contenuta nel campo al fine di evitare confusione nella distribuzione dei dati significativi.
		All'interno del campo deve essere contenuta l'informazione relativa al requisito di riferimento.
		L'informazione deve essere editata in lettere o numeri. Per i dati numerici (del tipo N), non è necessario inserire " 0 " (zero) per le cifre che precedono il dato significativo. E' obbligatorio il simbolo " . " (punto) quale separatore per cifre decimali nell'informazione numerica. Per i dati testo (del tipo T) sono ammessi anche caratteri di altro tipo come:, punteggiatura ad eccezione del " ; " (punto e virgola), operatori, simboli vari.
		La sequenza delle informazioni, e quindi dei campi, deve rigorosamente rispettare l'ordine indicato nella tabella E2.
Cartacea		Le informazioni devono essere organizzate rispettando l'ordine indicato nella tabella E2. L'elenco deve essere strutturato in forma ordinata e comprensibile.

tabella E1

<u>*Note*</u>

- *I campi 45 – 54 devono essere riempiti esclusivamente se il serbatoio è stato ricondizionato.*
- *Qualora il campo i-esimo sia vuoto (non esiste il dato), digitare il solo separatore " ; " (punto e virgola) a chiusura del campo.*

Campo	**Requisito**	**T** (Testo) **N** (Numero)	**Numero massimo di caratteri del campo** (solo per campi T)	**Caratteristiche / Opzioni / Codici**	**Esempio**
1	**Identificativo**	N			**127**
	Serbatoio				
2	Numero di fabbrica	N			**73596**
3	Numero di immatricolazione ISPESL	N			**3241**
4	Anno di immatricolazione	N			**1992**
5	Dipartimento ISPESL omologante	T	2	Sigla	**RM**
6	Anno di fabbricazione	N			**1995**
7	Tipologia del serbatoio	T	1	"V" = verticale "H" = orizzontale	**H**
8	Capacità	N		litri	**990**
9	Lunghezza	N		mm	**2195**
10	Diametro esterno nominale	N		mm	**799**
11	Distanza tra le saldature circonferenziali	N		mm	**1700**
12	Spessore del fasciame	N		mm	**4.4**
13	Spessore dei fondi	N		mm	**4.5**
14	Pressione di progetto	N		bar	**17.65**
15	Qualità del materiale impiegato per il fasciame	T	30	Sigla del materiale di unificazione o commerciale	**FE510.2KW 5869.75**
16	Qualità del materiale impiegato per il fondo	T	30	Sigla del materiale di unificazione o commerciale	**FE510.2KW 5869.75**
17	Preparazione dei giunti fasciame - fondi	T	2	"FR" = fondo risbordato (Joggle joint) "TT" = testa – testa	**FR**
18	Preparazione dei giunti fasciame - fasciame	T	3	"TT" = testa – testa senza sostegno "TTS" = testa – testa con sostegno	**TT**
19	Processo di saldatura fasciame - fondi	T	4	"SAW" = Automatico ad arco sommerso "SMAW" = Manuale con elettrodo rivestito "GTAW " = Elettrodo infusibile tungsteno "GMAW" = Filo continuo sotto protezione di gas (MIG/MAG) "ALT" = Altro	**SAW**
20	Processo di saldatura	T	4	"SAW" = Automatico ad arco sommerso	**SAW**

	fasciame - fasciame			"SMAW" = Manuale elettrodo rivestito "GTAW " = Elettrodo infusibile tungsteno "GMAW" = Filo continuo (MIG/MAG) "ALT" = Altro	
21	Codice di progetto	T	10	"VSR" = Raccolte ISPESL "EN" = Norme EN armonizzate "ALT" = Altro	**VSR**
	Tipologia rivestimento				
22	Tipologia rivestimento	T	4	"REAS" = Resina epossidica termoindurente e sistema di protezione catodica "GPNI" = Guscio in polietilene con intercapedine non ispezionabile e monitoraggio dell'umidità "GPIS" = Guscio in polietilene con intercapedine ispezionabile.	**REAS**
	Fabbricante				
23	Fabbricante	T	30		**Pippo S.p.A.**
24	Indirizzo della sede di fabbricazione (via, piazza, largo, ecc.)	T	30		**Piazza degli Olmi**
25	Numero Civico della sede di fabbricazione	T			**32 A**
26	CAP della sede di fabbricazione	T			**01022**
27	Località della sede di fabbricazione	T	30		**Civita di Bagnoregio**
28	Provincia della sede di fabbricazione	T	2	Sigla	**VT**
29	Stato della sede di fabbricazione	T	3	Sigla	**I**
	Proprietario				
30	Proprietario	T	30		**PlutoGAS S.p.A.**
31	Indirizzo (via, piazza, largo, ecc.)	T	30		**Largo dei Glicini**
32	Numero civico	T	30		**53**
33	CAP	T	5		**00044**
34	Località	T	30		**Frascati**
35	Provincia	T	2	Sigla	**RM**

36	Stato	T	3	Sigla	**I**
	Installazione				
37	Anno	N			**1995**
38	Indirizzo(via, piazza, largo, ecc.)	T	30		**Via dei Tulipani**
39	Numero civico	T	30		**12**
40	CAP	T	5		**00020**
41	Località	T	30		**Vallinfreda**
42	Provincia	T	2	Sigla	**RM**
43	Stato	T	3	Sigla	**I**
	Esercizio				
44	Singolarità nell'esercizio	T	3	"NA" = Nessuna anomalia "DS" = Dismissione "AE" = Anomalie di esercizio "ALT" = Altro	**NA**
	Ricondizionatore				
45	Ricondizionatore	T	30		**Minni S.p.A.**
46	Indirizzo della sede di ricondizionamento (via, piazza, largo, ecc.)	T	30		**Via delle Viole**
47	Numero Civico della sede di ricondizionamento	T			**9**
48	CAP della sede di ricondizionamento	T			**04019**
49	Località della sede di ricondizionamento	T	30		**Terracina**
50	Provincia della sede di ricondizionamento	T	2	Sigla	**LT**
51	Stato della sede di ricondizionamento	T	3	Sigla	**I**
	Ricondizionamento				
52	Tipologia rivestimento	T	4	"REAS" = Resina epossidica termoindurente e sistema di protezione catodica "GPNI" = Guscio in polietilene con intercapedine non ispezionabile e monitoraggio dell'umidità "GPIS" = Guscio in polietilene con intercapedine	**REAS**

				ispezionabile.	
53	Anno rivalidazione a seguito di ricondizionamento	N			**1997**
54	Test di rivalidazione eseguiti	T	15	"CS" = Controllo spessimetrico "EVI" = Esame visivo interno "EVE" = Esame visivo esterno "CSUTXXX" =Controllo delle saldature con UT con specificazione della percentuale "CSRTXXX" = Controllo delle saldature con RT con specificazione della percentuale In caso di più test, utilizzare il simbolo "**+**"	**CS+EVE+CSUT020+CSRT010**

tabella E2

Esempio del record:
126;…………….

127;73596;3241;1992;RM;1995;H;990;2195;799;1700;4.4;4.5;17.65;FE510.2KW 5869.75;FE510.2KW 5869.75;FR;TT;SAW;SAW;VSR;REAS;Pippo S.p.A. Piazza degli Olmi;32 A;01022;Civita di Bagnoregio;VT;I;PlutoGAS S.p.A.;Largo dei Glicini;53;00044;Frascati;RM;I;1995;Via dei Tulipani;12;00020;Vallinfreda;RM;I;NA,Minni S.p.A.;Via delle Viole;9;04019;Terracina;LT;I;REAS;1997;CS+EVE+CSUT020+CSRT010;

128;…………….

Dati inerenti alla prova EA (a cura dell'Organismo Competente)
I dati relativi alla prova EA devono essere trasmessi dall'Organismo Competente al Centro Banca Dati EA dell'ISPESL rispettando le seguenti modalità:

Fase 1
Entro 15 giorni dallo svolgimento della prova EA deve essere trasmesso esclusivamente per via telematica indirizzando a ***gpl_ea@dom.ale.ispesl.it*** e attivando l'opzione "avviso di recapito":

1. il Rapporto di Prova (estensione ".doc"), esempio: VC10660_EA.doc;
2. il *file* di registrazione dei dati di registrazione dei dati inerenti la prova deve essere elaborato in formato testo (.txt) e nominato con un criterio che includa la matricola del serbatoio esaminato seguita dalla notazione "_EA", es: VC10660_EA.txt. Il *file* deve contenere *label* di riconoscimento dell'inizio e della fine di ciascuna sequenza operativa svolta. Esempio

   Inizio verifica 1
   ……….
   ……….
   Fine verifica 1
   Inizio rumore fondo
   ……….
   ……….
   Fine rumore fondo
   Inizio prova EA
   ……….
   ……….
   Fine prova EA
   Inizio verifica 2
   ……….
   ……….
   Fine verifica 2

   Tale *file* deve essere strutturato per *record*.
   In ogni *record* devono corrispondere i parametri caratteristici di ogni segnale EA registrato durante la prova.
   Ogni segnali EA registrato deve essere riportato all'interno del *file* rispettando l'ordine di accadimento.
   Ciascun *record* deve essere costituito da un numero di campi distinti dal separatore tabulatore. Ogni campo deve contenere i parametri di caratterizzazione più significativi del segnale EA secondo quanto indicato in tabella 3 della sezione 13, rispettandone l'ordine.

Fase 2
Entro 30 giorni dallo svolgimento della prova EA devono essere trasmessi, per via informatica (per via telematica, o per spedizione di un CD non riscrivibile) i *file* inerenti la singola prova EA.
La trasmissione per via telematica deve essere indirizzata a ***gpl_ea@dom.ale.ispesl.it*** e, per essa, deve essere attivata l'opzione "avviso di recapito".
La trasmissione per spedizione di un CD non riscrivibile implica:

- la verifica della leggibilità del CD all'origine;
- la firma e la data apposti dall'Organismo Competente, o di un suo delegato giuridicamente riconosciuto, con pennarello indelebile sul CD (e non sull'involucro);
- l'imballaggio del CD in un contenitore rigido;
- la documentabilità dell'avvenuto recapito.

I *file*, nominati con un criterio che includa la matricola del serbatoio esaminato seguita dalla notazione "_EA" e dalla corrispondente estensione di seguito indicata, sono relativi:

1. al Rapporto di Prova (estensione ".doc"), esempio: VC10660_EA.doc;
2. alla configurazione del sistema EA ed a tutti i dati registrati dal sistema EA, anche in formato proprietario, nel corso della prova, delle verifiche di funzionalità e della registrazione del rumore di fondo (estensione ".pri"), esempio: VC10660_EA.pri;
3. alla visualizzazione dei dati di cui al punto precedente (estensione ".vae"), esempio: VC10660_EA.vae;
4. ai dati inerenti la sola prova EA e nelle modalità già indicate nella Fase 1 (estensione ".txt"), esempio: VC10660_EA.txt;
5. ai transienti acquisiti per ciascun segnale EA (estensione ".tra"), esempio: VC10660_EA.tra.

Appendice F (Normativa)

Sorveglianza degli Organismi Competenti

L'obiettivo della sorveglianza è di garantire che l'Organismo Competente adempia correttamente agli obblighi derivanti dall'applicazione della procedura EA.

Per perseguire tale scopo l'ISPESL ha facoltà di:

- visionare tutta la documentazione inerente l'attività di prova dell'Organismo Competente, i rapporti d'ispezione ed i *file* di dati relativi alle prove nonché i rapporti relativi alle qualifiche del personale interessato;
- effettuare visite senza preavviso presso la struttura operativa dell'Organismo Competente per verificare l'idoneità dei mezzi e delle attrezzature impiegate nell'attività di prova e del personale ad essa dedicato;
- eseguire o far eseguire test e/o prove di efficienza e calibrazione sulle attrezzature impiegate dall'Organismo Competente;
- assistere alla esecuzione dell'attività di prova svolta dall'Organismo Competente;
- eseguire, in contemporanea e con propri mezzi ed attrezzature, la prova EA sullo stesso serbatoio sottoposto a esame da parte dell'Organismo Competente.

Ai fini dello svolgimento dell'attività di sorveglianza l'Organismo Competente ha l'obbligo di:

- mettere a disposizione dell'ISPESL tutta la documentazione ed i *file* di dati inerenti l'attività di prova EA;
- consentire l'accesso presso le proprie sedi e strutture operative;
- mettere a disposizione dell'ISPESL i mezzi e le attrezzature impiegate nell'attività di prova;
- comunicare, su richiesta dell'ISPESL, il calendario e le sedi delle prove stabilite.

Appendice G (Informativa)

Localizzazione della sorgente EA, attenuazione e densità delle sorgenti

G.1 Localizzazione della sorgente EA

La localizzazione di una sorgente EA può sfruttare, in linea di principio, la misura sperimentale di due parametri (con riferimento ad una coppia di sensori EA):

- la distanza temporale Δt fra l'*arrival time* sui due sensori in corrispondenza di uno stesso evento EA;
- la differenza ΔA fra le ampiezze misurate dai due sensori in corrispondenza di uno stesso evento EA.

In pratica le più semplici tecniche di localizzazione ignorano questa seconda quantità, che è resa incerta da numerosi fattori, legati principalmente alla interferenza fra i diversi treni d'onda presenti all'interno di un segnale EA.

In linea di principio un evento EA può essere generato da una serie di meccanismi fisici che possono attivarsi in qualsiasi punto del serbatoio. E' tuttavia ragionevole ipotizzare che gli eventi EA più significativi, e per certi versi più critici sotto il profilo della sicurezza, siano quelli originati in corrispondenza delle saldature. Si tratta di un'ipotesi molto forte, ma indispensabile per pervenire ad una soluzione accurata di localizzazione. Infatti, soltanto se viene individuata a priori una curva a cui la sorgente EA appartiene, diventa possibile associare, mediante relazioni algebriche, la posizione della sorgente al valore Δt. Matematicamente, l'esigenza di definire il luogo dei punti nel quale ricercare la sorgente EA deriva dal fatto che con un solo parametro noto non è possibile localizzare un punto su un piano (occorrono due quantità indipendenti).

Le saldature possono essere grossolanamente riconducibili a due categorie:

- saldature di elementi a corredo (generalmente tronchetti concentrati all'interno del pozzetto);
- saldature circonferenziali e longitudinale del serbatoio.

La differenza sostanziale fra i segnali associati alle EA generate delle due categorie risiede nelle diverse caratteristiche della propagazione dell'onda elastica verso il sensore. La propagazione di eventi EA che si originano su saldature di elementi a corredo è fortemente condizionata dalla presenza, in un'area molto delimitata, di numerosi elementi. Ne risulta una forte interferenza che determina fenomeni di diffusione e scattering delle onde elastiche. Ciò rende estremamente difficile, per non dire impossibile, risalire dal valore di Δt alla posizione della sorgente EA.
Di conseguenza per la localizzazione è condizione necessaria, anche se non sufficiente, assumere che la sorgente EA giaccia su una delle due saldature circonferenziali o sulla saldatura longitudinale.

Serbatoio orizzontale

La figura G.1 mostra la vista laterale di un serbatoio orizzontale "svolto", rappresentabile come un rettangolo il quale, detta d la semi-lunghezza della sezione cilindrica della membratura ed r il raggio della membratura, ha una superficie $4\pi rd$. Nell'ipotesi in cui la velocità di propagazione v_{EA} dell'onda elastica nel mezzo possa assumersi costante in tutte le direzioni, tutti i punti caratterizzati dallo stesso Δt sono caratterizzati dalla stessa differenza delle distanze dai due sensori ΔD (dove D è la distanza tra il sensore e la potenziale sorgente EA). In un piano, il luogo dei punti che soddisfano l'equazione

$$\Delta D = \mathrm{costante} \qquad [G.1]$$

è un'iperbole i cui due fuochi coincidono con le posizioni dei sensori, ed i cui vertici giacciono sulla retta congiungente i due sensori. Assumendo che i sensori EA siano disposti simmetricamente rispetto all'asse Y, con coordinate $F_1(-a;0)$ e $F_2(a;0)$, i vertici dell'iperbole hanno coordinate $V_1(-c;0)$ e $V_2(c;0)$, dove

$$c = \frac{v_{EA} \cdot \Delta t}{2} \qquad [G.2]$$

Saldature circonferenziali

L'iperbole, con le caratteristiche prima descritte, interseca le due saldature circonferenziali in quattro punti. L'identificazione dell'iperbole e la determinazione dei punti d'intersezione con le saldature circonferenziali consente di localizzare la sorgente EA e, conseguentemente, calcolarne le distanze dai sensori. Ovviamente, il ramo dell'iperbole d'interesse, e quindi la saldatura circonferenziale che contiene la sorgente EA, è quello contenuto nel semipiano $X<0$ ovvero $X>0$ in relazione al fatto che sia il sensore 1 ovvero il sensore 2 a rilevare per primo il segnale EA (vedi figura G1).

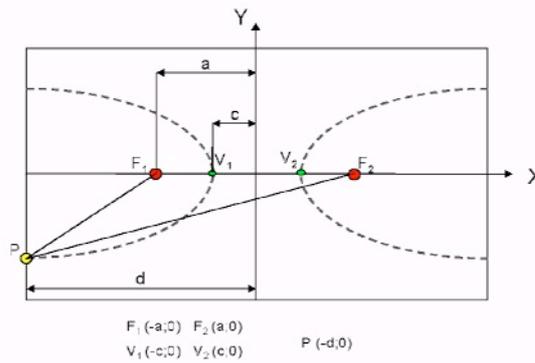



figura G1

Per definizione, detto P(x,y) il punto nel quale è localizzata la sorgente EA,

$$F_2P - F_1P = \text{costante} = F_2V_1 - F_1V_1 \qquad [G.3]$$

dove

$$F_2P = \sqrt{(x-a)^2 + y^2}$$
$$F_1P = \sqrt{(x+a)^2 + y^2} \qquad [G.4a - G.4b]$$
$$F_2V_1 = \sqrt{(-c-a)^2} = (c+a)$$
$$F_1V_1 = \sqrt{(-c+a)^2} = (a-c) \qquad [G.4c – G.4d]$$

da cui

$$F_2V_1 - F_1V_1 = (c+a) - (a-c) = 2c \qquad [G.5]$$

Sostituendo le equazioni [G.5] e [G.4] nella equazione [G.3] si ha

$$\sqrt{(x-a)^2 + y^2} - \sqrt{(x+a)^2 + y^2} = 2c \qquad [G.6]$$

e sviluppando ulteriormente, si giunge all'equazione dell'iperbole:

$$\frac{x^2}{c^2} - \frac{y^2}{a^2 - c^2} = 1 \qquad [G.7]$$

Intersecando l'equazione
dell'iperbole con la retta x = -d, che descrive la saldatura circonferenziale sulla quale si è assunta la sorgente EA (vedi figura G1), si determinano le coordinate del punto P:

$$P : \left(-d; \pm \frac{1}{c} \sqrt{c^4 - c^2(a^2 + d^2) + d^2a^2} \right) \qquad [G.8]$$

L'ambiguità nella localizzazione della sorgente EA che si nota nella equazione [G.8] è ininfluente ai fini della determinazione della sua distanza dal sensore e, quindi, del relativo calcolo della correzione dell'ampiezza del segnale, uguale per le due soluzioni. La distanza della sorgente dal sensore "più vicino" vale:

$$D_{1hc} = \sqrt{(d-a)^2 + \left(\frac{1}{c}\right)\left[c^4 - c^2(a^2 \quad d^2) \quad d^2a^2\right]} \qquad [G.9]$$

mentre per il "più lontano" vale:

$$D_{2hc} = \sqrt{(d+a)^2 + \left(\frac{1}{c}\right)\left[c^4 - c^2(a^2 \quad d^2) \quad d^2a^2\right]} \qquad [G.10]$$

Da semplici considerazioni geometriche si deduce l'esistenza di due valori critici per la quantità Δt:

- un valore massimo $\Delta t_1 = \frac{2a}{v_{EA}}$ quando la sorgente EA si trova all'intersezione di una delle due saldature circonferenziali con la retta congiungente i due sensori;
- un valore minimo $\Delta t_2 = \frac{\sqrt{(d+a)^2 + (\pi r)^2} - \sqrt{(d-a)^2 + (\pi r)^2}}{v_{EA}}$ quando la sorgente EA si trova nel punto diametralmente opposto a quello definito al punto precedente.

Saldatura longitudinale
In questo caso la coordinata y della sorgente non è determinata in quanto, essendo il serbatoio interrato, non è dato sapere dove è collocata la saldatura longitudinale. Detto h il valore (ignoto) della coordinata y, intersecando l'equazione dell'iperbole con la retta y = h che descrive la saldatura longitudinale, si determinano le coordinate del punto P:

$$P : \left(\pm c\sqrt{1 + \frac{h^2}{a^2 - c^2}} ; h\right) \qquad [G.11]$$

Da semplici considerazioni geometriche si deduce di nuovo l'esistenza di due valori critici per la quantità Δt:

- un valore massimo $\Delta t_1 = \frac{2a}{v_{EA}}$ quando la sorgente EA si trova all'intersezione di una delle due saldature circonferenziali con la saldatura longitudinale, e quest'ultima coincide con la retta congiungente i due sensori;
- un valore minimo $\Delta t_3 = 0$ quando la sorgente EA si trova sull'asse Y.

In conclusione, eventi EA tali per cui si abbia:

a) $\Delta t < \Delta t_2$, non possono essere stati generati dalle saldature circonferenziali e sono dunque necessariamente localizzati sulla saldatura longitudinale;

b) $\Delta t_2 < \Delta t < \Delta t_1$, possono essere stati generati sia dalla saldatura longitudinale che dalle saldature circonferenziali;

c) $\Delta t > \Delta t_1$ non possono essere localizzati.

Assumendo che la sorgente si trovi con un ugual probabilità in ogni punto della saldatura e che quest'ultima formi con un ugual probabilità ogni angolo al centro con la retta congiungente i sensori, è possibile calcolare la distribuzione di probabilità dei valori di Δt. Per un serbatoio di capacità 1 m^3 circa 2/3 dei valori di Δt risultano inferiori a Δt_2 (che vale circa 42 μs), mentre circa 1/3 risultano superiori a tale valore. E' dunque possibile affermare che, almeno in prima approssimazione, il valore Δt_2 discrimina gli eventi generati sulla saldatura longitudinale da quelli generati sulle saldature circonferenziali.

Serbatoio verticale
Saldature circonferenziali
La figura geometrica che meglio approssima il reale profilo dei fondi dei serbatoi è un ellissoide di rotazione oblato, ovvero con il terzo asse più corto dei due che ne definiscono la base circolare. Di conseguenza, a differenza di quanto avviene per i serbatoi orizzontali, in questo caso non è possibile "svolgere" la superficie rilevante per la propagazione del segnale in una figura piana. La localizzazione della sorgente EA deve pertanto essere affrontata nello spazio, individuando di volta in volta la opportuna geodetica che collega la sorgente EA al sensore. Il problema non è di facile soluzione in quanto la distanza fra due punti qualsiasi sulla superficie di un ellissoide non può utilizzare né tecniche messe a punto per la superficie terrestre (che sfruttano il fatto che la terra è un ellissoide che presenta deviazioni minime da una sfera), né tecniche appropriate per distanze angolari piccole.

Al di là della complessità del sistema, è sicuramente possibile affermare che il valore minimo di Δt è pari a zero, nel caso in cui la sorgente EA si trovi sul meridiano che definisce la perpendicolare alla congiungente i due sensori, ovvero, definita una longitudine $\lambda = 0$ per quest'ultima, per $\lambda = \pm \pi/2$. Inoltre esiste una corrispondenza biunivoca fra la distanza temporale Δt e la posizione della sorgente EA, con la stessa ambiguità semplice (ristretta a due soli punti) già discussa per i serbatoi orizzontali.

Una prima semplice schematizzazione può essere ottenuta assumendo che almeno per la localizzazione sulla saldatura superiore il fondo possa essere approssimato con un cerchio. In questo caso la saldatura viene rappresentata da una circonferenza (vedi figura G2) di raggio r_f pari alla lunghezza del meridiano dell'ellissoide, e l'equazione che la descrive è:

$$x^2 \quad y^2 \quad r_f^2 \qquad \text{[G.12]}$$

Seguendo lo stesso schema già illustrato per i serbatoi orizzontali, la localizzazione della sorgente EA può

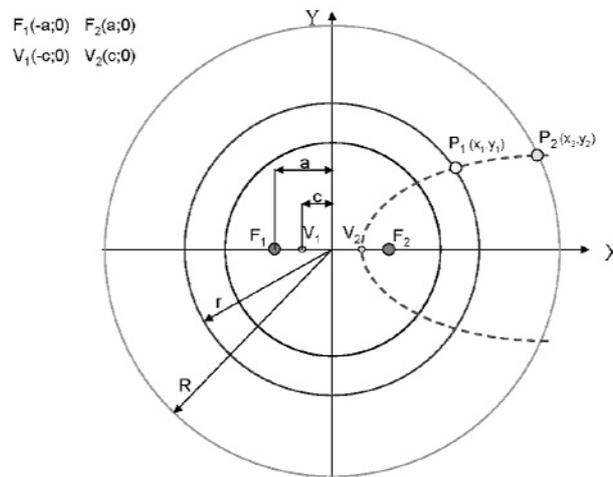



figura G2

essere ottenuta risolvendo il sistema:

$$\begin{cases} \dfrac{x^2}{c^2} - \dfrac{y^2}{a^2 - c^2} = 1 \\ x^2 + y^2 = r_f^2 \end{cases} \qquad \text{[G.13]}$$

ricavando, così, le coordinate del punto P_1

$$P_1 : \left(\pm\sqrt{\frac{c^2(a^2 - c^2 + r_f^2)}{a^2}} ; \pm\sqrt{(c^2 - r_f^2)\left(\frac{c^2}{a^2} - 1\right)} \right) \quad [G.14]$$

La localizzazione sulla saldatura circonferenziale inferiore è, se possibile, ancor più complessa di quella sulla saldatura circonferenziale superiore, in quanto la propagazione dell'onda avviene inizialmente su un cilindro e successivamente su un ellissoide. L'individuazione del percorso di minima lunghezza è, in queste condizioni, assai ardua.

Generalizzando alla saldatura inferiore la semplice approssimazione piana vista sopra per la saldatura superiore, è possibile utilizzare nuovamente una rappresentazione mediante una circonferenza. Si possono pertanto svolgere considerazioni analoghe sostituendo R ad r_f per tener conto della diversa distanza dal centro del fondo superiore. In questo caso le coordinate della sorgente EA sono:

$$P_2 : \left(\pm\sqrt{\frac{c^2(a^2 - c^2 + R^2)}{a^2}} ; \pm\sqrt{(c^2 - R^2)\left(\frac{c^2}{a^2} - 1\right)} \right) \quad [G.15]$$

dove circonferenziali, allora

$$R = r_f + 2d \quad [G.16]$$

Si deduce dunque di nuovo l'esistenza di due valori che limitano l'intervallo Δt, e per entrambe le saldature si ha:

- un valore massimo $\Delta t_1 = \frac{2a}{v_{EA}}$;
- un valore minimo $\Delta t_2 = 0$.

Saldatura longitudinale
Per la saldatura longitudinale valgono le stesse considerazioni fatte a proposito della saldatura circonferenziale inferiore sulla complessità del calcolo della distanza fra sorgente e sensore. Rguardo all'intervallo di variabilità della quantità Δt sia il valore minimo che il valore massimo coincidono con quelli visti per le saldature circonferenziali. Il primo si ottiene quando la sorgente EA giace lungo una generatrice del mantello disposta perpendicolarmente alla retta congiungente i due sensori tracciata per il punto di mezzo; il secondo si ottiene quando la sorgente EA giace lungo una generatrice del mantello che rappresenta il prolungamento della retta congiungente i due sensori.

In conclusione, eventi EA tali per cui si verifichi:
a) $0 < \Delta t < \Delta t_1$, possono essere stati generati sia dalle saldature circonferenziali, sia dalla saldatura longitudinale;
b) $\Delta t > \Delta t_1$ non possono essere localizzati.

G.2 Attenuazione del segnale EA
Una stima affidabile della reale ampiezza, e quindi del reale contenuto energetico di un segnale EA, richiede oltre all'individuazione del punto nel quale avviene il rilascio d'energia (localizzazione della sorgente EA), la conoscenza dell'andamento dell'attenuazione con la distanza.
E' noto che le onde elastiche rilasciate dal materiale, quando per effetto di una sollecitazione si determina l'avanzamento di una discontinuità (tipicamente una cricca), subiscono un'attenuazione durante la loro propagazione. Tale attenuazione è naturalmente una funzione crescente della distanza della sorgente EA dal sensore.
L'attenuazione di un segnale EA dipende da molti fattori, i principali dei quali sono:
- la frequenza del segnale EA – le onde di frequenza più bassa subiscono un'attenuazione inferiore alle onde di frequenza più elevata;

- il materiale del mezzo di propagazione;
- lo spessore di tale materiale;
- la presenza di elementi d'interferenza lungo il cammino di propagazione (es. tronchetti, saldature, ecc.).

L'attenuazione può essere essenzialmente ricondotta a due regimi spaziali distinti ma contigui noti come "campo vicino" e campo lontano". L'esperienza condotta su serbatoi vuoti in acciaio di caratteristiche coerenti con quelli oggetto della presente procedura, dimostra che la distanza critica di transizione tra i due regimi può essere stimata in $D_{CR} \approx 450$ mm. Più in particolare, l'andamento tipico rilevato per l'attenuazione del segnale consiste in una rapida diminuzione nel regime di campo vicino (pari a circa 15 dB per $D = D_{CR}$), seguita da un decadimento molto più lento nel regime di campo lontano, con gradiente $dQ/dD \approx 5$ dB/m (figura G3).

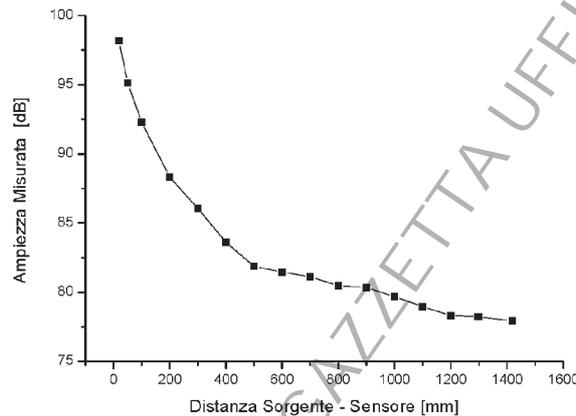



figura G3

Serbatoi orizzontali

Per un serbatoio orizzontale, la distanza D tra il sensore e la potenziale sorgente EA che giace sulla saldatura circonferenziale è sempre:

$$D \geq d - a \qquad [G.17]$$

Per un serbatoio di capacità 1 m^3 , d = 850 mm, a = 200 mm, e dunque $D \geq 650$ mm. Di conseguenza tutte le sorgenti localizzate sulle saldature circonferenziali dei recipienti orizzontali rientrano nel regime di campo lontano.

Quanto alle sorgenti sulla saldatura longitudinale, poiché i serbatoi indagati sono interrati, non è possibile conoscere l'esatta posizione di quest'ultima. Assumendo equiprobabile ogni configurazione, la probabilità che la distanza D fra sorgente EA e sensore sia superiore a 450 mm è del 77 %.

Considerato inoltre che:

- lo sviluppo totale delle due saldature longitudinali è 3 volte maggiore di quello della saldatura longitudinale;
- la probabilità per unità di lunghezza che una sorgente EA sia localizzata sulle due saldature longitudinali è largamente superiore a quella che sia localizzata sulla saldatura longitudinale, per motivi legati allo stato tensionale;

è possibile concludere che oltre il 95 % delle sorgenti EA è associabile a condizioni di campo lontano.

L'intervallo i cui estremi sono la massima distanza $D_{max} \approx 1640$ mm e la distanza critica di transizione fra campo vicino e campo lontano $D_{CR} = 450$ mm ha una ampiezza di circa 1200 mm. Pertanto è possibile associare al 95 % degli eventi EA lo stesso valore di attenuazione, con una incertezza

$$\Delta Q = \frac{dQ}{dD} \cdot \Delta D \cdot \frac{1}{2} = \pm 3 dB \qquad [G.18a]$$

mentre se ci si limita al 90 % degli eventi EA (ovvero quelli localizzabili sulle saldature circonferenziali), l'ampiezza dell'intervallo da considerare si restringe a 1640 – 650 = 1000 mm, per cui

$$\Delta Q = \frac{dQ}{dD} \cdot \Delta D \cdot \frac{1}{2} = \pm 2{,}5 dB \qquad [G.18b]$$

La reale entità dell'attenuazione è, entro questi limiti, irrilevante ai fini del processo valutativo del serbatoio.

Serbatoi verticali

In un serbatoio verticale l'attenuazione dei segnali EA è assai più incerta. Ciò è in parte dovuto alle incertezze sulla localizzazione delle quali si è già detto al punto 1.2.2 . La maggior sorgente di incertezza è tuttavia un'altra: in base agli argomenti formulati in precedenza per i serbatoi verticali, è possibile affermare che almeno il 90 % degli eventi origina sulle saldature circonferenziali. Per la saldatura circonferenziale superiore la distanza minima tra il sensore e la potenziale sorgente EA è pari alla differenza fra la lunghezza del meridiano dell'ellissoide e la semidistanza fra i due sensori. Per un serbatoio di capacità 1 m^3, con un raggio di 400 mm ed un semiasse minore del fondo di 250 mm, il meridiano misura 515 mm. La distanza minima vale pertanto D_{min} = 315 mm. Inoltre, qualsiasi sia la posizione della sorgente EA, esisterà sempre uno dei due sensori ad una distanza non superiore a D_{max} = 400 mm. In conclusione per tutti i punti della saldatura circonferenziale superiore, ovvero per almeno il 45 % delle potenziali sorgenti EA, l'approssimazione di campo lontano per il calcolo della attenuazione non è valida. Viceversa, soltanto al 55 % delle sorgenti EA risultano associabili condizioni di campo lontano.

Ciò si traduce naturalmente in una amplificazione della incertezza legata alla ipotesi che lo stesso valore di attenuazione possa essere attribuito a tutte le sorgenti EA.
Come abbiamo già visto, la minima distanza fra sorgente EA e sensore vale circa 315 mm, mentre la distanza critica di transizione fra campo vicino e campo lontano è D_{CR} = 450 mm. L'ampiezza dell'intervallo in regime di campo vicino è circa 135 mm.
La massima distanza fra sorgente EA e sensore vale circa 1700 + 400 = 2100 mm. L'ampiezza dell'intervallo in regime di campo lontano è di 1650 mm.
Pertanto l'incertezza con la quale è possibile associare a tutti gli eventi EA lo stesso valore di attenuazione, vale

$$\Delta Q = \frac{1}{2} \cdot \left[\Delta D_{vic} \Big|_{315-450} + \frac{dQ}{dD} \cdot \Delta D_{1650} \right] \approx \pm 5{,}4 dB \qquad [G.19]$$

ovvero un valore circa doppio di quello stimato in precedenza per i serbatoi orizzontali.

Attenuazione in diversi lotti omogenei

Al fine di determinare eventuali differenze di attenuazione fra serbatoi appartenenti a diversi lotti omogenei, si raccomanda di eseguire un test di attenuazione su un serbatoio campione vuoto per ogni lotto omogeneo, procedendo come segue:

a) installare su di esso un sensore EA dello stesso tipo e nella stessa posizione della configurazione di prova;
b) procedere alla misurazione dell'attenuazione mediante una serie di rotture di mine calibrate secondo la consueta tecnica *Hsu-Nielsen*, a diverse distanze dal sensore fra un minimo di 20 mm ed un massimo di 1300 mm. Due possibili sequenze sono riportate nella tabella G1, dove le distanze indicate sono state misurate fra il punto di rottura della mina ed il centro del sensore. I punti nei quali eseguire la rottura della mina vanno individuati lungo una retta uscente dal centro del sensore che non intercetta, possibilmente, alcun elemento di discontinuità. Per ciascuna distanza D devono essere eseguite tre ripetizioni, con una differenza massima ammissibile di 3 dB;
c) calcolare l'attenuazione come la differenza tra i valori medi delle ampiezze misurate alla distanza D e alla distanza di 20 mm dalla sorgente EA.

Punto	Distanza D (mm)		Punto	Distanza D (mm)	
	Sequenza 1	Sequenza 2		Sequenza 1	Sequenza 2
1	20	20	11	640	200
2	28	25	12	900	250
3	40	31,5	13	1280	315
4	56,5	40	14		400
5	80	50	15		500
6	113	63	16		630
7	160	80	17		800
8	225	100	18		1000
9	320	125	19		1250
10	450	160			

tabella G1

Un test di questo tipo consente di:

- verificare che l'incertezza associata alla determinazione di una attenuazione media valida per tutti i segnali EA misurati sui serbatoi di uno stesso lotto omogeneo;
- quantificare eventuali differenze fra le attenuazioni medie di serbatoi appartenenti a lotti omogenei diversi.

Densità delle sorgenti EA

Esistono indicazioni che la concentrazione di sorgenti EA in un'area di piccole dimensioni sia associabile ad una condizione di potenziale rischio per l'integrità strutturale del serbatoio. Il concetto di "concentrazione in un area ristretta" può essere quantificato nel caso in esame mediante la densità lineare di sorgenti EA. Il calcolo di questa quantità discende direttamente dalla localizzazione delle sorgenti EA. Se però ai fini del calcolo della attenuazione la ambiguità nella localizzazione fra due punti simmetrici rispetto alla congiungente i sensori risulta irrilevante, lo stesso non si può dire per il calcolo della densità delle sorgenti. Poiché tale ambiguità non può essere al momento eliminata, è importante ricordare che le sorgenti EA appartenenti ad aree "simmetriche" verranno sovrapposti, con conseguente sovrastima della densità lineare delle sorgenti EA.
Ad esempio per i punti appartenenti alle saldature circonferenziali dei serbatoi orizzontali questa situazione si verifica per aree centrate intorno a punti di coordinate y_1 e y_2 di segno opposto e vicine in valore assoluto.
Ciò premesso, la densità lineare delle sorgenti può essere semplicemente calcolata come

$$\rho_{EA} = \frac{N_{EA}(\Delta x)}{\Delta x} \qquad [G.20]$$

dove Δx è la lunghezza del segmento all'interno del quale sono state localizzate N sorgenti EA.

Appendice H (Informativa)

Riferimenti normativi complementari

Ispezione e riqualificazione dei serbatoi per GPL

UNI / EN

- EN 12817 "Inspection and requalification of LPG tanks up to and including 13 m³ overground".
- EN 12819 "Inspection and requalification of LPG tanks greater than 13 m³ overground".
- EN 12820 "Inspection and requalification of LPG tanks greater than 13 m³ underground".

Metodo di Emissioni Acustiche

ISO

- ISO 12713 "Non-destructive testing - Acoustic emission inspection - Primary calibration of transducers".
- ISO 12714 "Non-destructive testing - Acoustic emission inspection - Secondary calibration of acoustic emission sensors".
- ISO/DIS 16148-2 "Gas cylinders - Refillable seamless steel gas cylinders - Acoustic emission examination (AEE) for periodic inspection".

ASME

- Article 11, Subsection A, Section V, Boiler and Pressure Vessel Code. "Acoustic Emission Examination of Fiber-Reinforced Plastic Vessels".
- Article 12, Subsection A, Section V, Boiler and Pressure Vessel Code. "Acoustic Emission Examination of Metallic Vessels During Pressure Testing".

ASNT / SPI / CARP

- "Recommended Practice for Acoustic Emission Testing of Fiberglass Reinforced Plastic Resin (RP) Tanks/Vessels".

ASTM

- ASTM E569 "Standard Practice for Acoustic Emission Monitoring of Structures During Controlled Stimulation".
- ASTM E650 "Standard Guide for Mounting Piezoelectric Acoustic Emission Sensors".
- ASTM E749 "Standard Practice for Acoustic Emission Monitoring During Continuous Welding".
- ASTM E750 "Standard Practice for Characterizing Acoustic Emission Instrumentation".
- ASTM E751 "Standard Practice for Acoustic Emission Monitoring During Resistance Spot-Welding".
- ASTM E976 "Standard Guide for Determining the Reproducibility of Acoustic Emission Sensor Response".
- ASTM E1067 "Standard Practice for Acoustic Emission Examination of Fiberglass Reinforced Plastic Resin (FRP) Tanks/Vessels".
- ASTM E1106 "Standard Method for Primary Calibration of Acoustic Emission Sensors".
- ASTM E1118 "Standard Practice for Acoustic Emission Examination of Reinforced Thermosetting Resin Pipe (RTRP)".
- ASTM E1139 "Standard Practice for Continuous Monitoring of Acoustic Emission from Metal Pressure Boundaries".
- ASTM E1211 "Standard Practice for Leak Detection and Location Using Surface-Mounted Acoustic Emission Sensors".
- ASTM E1316 "Standard Terminology for Nondestructive Examinations".
- ASTM E1419 "Standard Test Method for Examination of Seamless, Gas - Filled, Pressure Vessels Using Acoustic Emission".
- ASTM E1495 "Standard Guide for Acousto-Ultrasonic Assessment of Composites, Laminates, and Bonded Joints".
- ASTM E1544 "Standard Practice for Construction of a Stepped Block and Its Use to Estimate Errors Produced by Speed-of-Sound Measurement Systems for Use on Solids".
- ASTM E1736 "Standard Practice for Acousto-Ultrasonic Assessment of Filament-Wound Pressure Vessels".
- ASTM E1774 "Standard Guide for Electromagnetic Acoustic Transducers (EMATs)".
- ASTM E1781 "Standard Practice for Secondary Calibration of Acoustic Emission Sensors".
- ASTM E1930 "Standard Test Method for Examination of Liquid Filled Atmospheric and Low Pressure Metal Storage Tanks Using Acoustic Emission".
- ASTM E1932 "Standard Guide for Acoustic Emission Examination of Small Parts".

- ASTM E1962 “Standard Test Method for Ultrasonic Surface Examinations Using Electromagnetic Acoustic Transducer (EMAT) Techniques“.
- ASTM E2001 “Standard Guide for Resonant Ultrasound Spectroscopy for Defect Detection in Both Metallic and Non-Metallic Parts“.
- ASTM E2075 “Standard Practice for Verifying the Consistency of AE-Sensor Response Using an Acrylic Rod“.
- ASTM E2076 “Standard Test Method for Examination of Fiberglass Reinforced Plastic Fan Blades Using Acoustic Emission“.

MONPAC PLUS

- “Procedure for Acoustic Emission Testing of Metal Tanks/Vessels“.

Qualificazione e Certificazione del personale

- EN 473 “Non destructive testing – Qualification and certification of NDT personnel – General principles”.
- ISO 9712 “Non destructive testing – Qualification and certification of personnel”.

———

ALLEGATO II

REQUISITI MINIMI PER LA DESIGNAZIONE DEGLI ORGANISMI COMPETENTI DA ABILITARE ALLE VERIFICHE DECENNALI DEI SERBATOI DI GPL CON METODO DI EMISSIONI ACUSTICHE.

I soggetti interessati ad ottenere l'abilitazione allo svolgimento su territorio nazionale delle attività connesse all'applicazione della procedura del metodo con emissioni acustiche (di seguito EA) devono presentare domanda al Ministero delle attività produttive D.G.S.P.C. Ispettorato tecnico dell'industria.

I soggetti interessati ad ottenere l'abilitazione devono possedere i seguenti requisiti minimi e presentare, all'atto dell'istanza sottoscritta dal legale rappresentante, quanto segue:

1. copia del certificato di conformità del sistema di gestione per la qualità ai sensi della norma UNI EN ISO 9001:2000, emesso da organismo di certificazione di terza parte accreditato da ente di accreditamento riconosciuto a livello europeo;

2. copia del certificato di accreditamento quale organismo di ispezione di tipo A, ai sensi della norma UNI CEI EN 45004:1996, emesso da ente di accreditamento riconosciuto a livello europeo, ovvero dichiarazione di possesso di un sistema di gestione per la qualità conforme ai criteri della precitata norma, che garantisca i criteri di indipendenza, imparzialità ed integrità dell'organismo e del suo personale rispetto alle attività di progettazione, fabbricazione, montaggio, manutenzione, riqualifica e gestione eventualmente legate in maniera diretta o indiretta con il settore del GPL;

3. copia del decreto di abilitazione ministeriale dell'organismo ai sensi della direttiva PED 97/23/CE, in particolare come entità terza riconosciuta per i compiti di cui al punto 3.1.2 (giunzioni) e 3.1.3 (prove non distruttive) dell'allegato I al decreto legislativo 25 febbraio 2000, n. 93;

4. dichiarazione del legale rappresentante, che attesti che il personale dell'organismo è libero da pressioni commerciali, finanziarie o di altro genere che possano influenzare il suo giudizio, ai sensi della norma UNI CEI EN 45004:1996 per organismi di ispezione di tipo A (criteri di indipendenza, imparzialità ed integrità);

5. copia del manuale della qualità dell'organismo conforme alle norme UNI EN ISO 9001:2000, UNI CEI EN 45004:1996 e UNI CEI EN 45011:1999, contenente, tra l'altro, la specifica sezione attinente le procedure, la strumentazione, le attrezzature e i sistemi operativi con esplicito riferimento alle verifiche decennali dei serbatoi GPL con metodo EA;

6. procedura operativa dell'organismo che definisca l'iter procedurale tecnico e amministrativo per l'effettuazione delle verifiche decennali di serbatoi GPL ed il rilascio delle conseguenti attestazioni di verifica, in conformità a quanto previsto dalla procedura operativa elaborata dall'ISPESL;

7. indicazione dell'area geografica di competenza operativa sul territorio nazionale;

8. organigramma generale dell'organismo, con evidenziazione dettagliata della struttura operativa relativa al settore delle verifiche decennali su serbatoi GPL con metodo EA ed indicante il nominativo del direttore tecnico con rapporto di lavoro dipendente e con un esperienza professionale superiore ai dieci anni nel campo delle ispezioni di progetti, prodotti e costruzioni (come previsto dalla norma UNI CEI EN 45004:1996);

9. elenco dettagliato del personale preposto alle attività di verifica, indicando le mansioni del personale coinvolto (mansioni organizzative, amministrative, tecniche e operative), allegando i relativi *curricula vitae* e copia dei contratti (contratto di dipendenza o a progetto o consulente) e indicando l'eventuale appartenenza di parte del personale suddetto a strutture esterne in possesso dei laboratori fissi o mobili convenzionati, in accordo a quanto mostrato dall'organigramma dell'organismo dettagliato;

10. il personale preposto alle attività tecniche di verifica, deve essere in possesso dei seguenti titoli di studio e professionali, in particolare:

per il personale preposto all'esame e valutazione di conformità delle emissioni acustiche (EA), laurea in ingegneria a indirizzo tecnico con almeno due anni di esperienza acquisita e dimostrabile nel settore dei controlli e verifiche di serbatoi GPL con metodo EA;

per il personale tecnico operativo coinvolto nelle verifiche e prove in sito, diploma in discipline tecniche con almeno un anno di esperienza accertabile e referenziata dal datore di lavoro e certificato di idoneità alle prove con metodo EA rilasciato dall'ISPESL;

11. per le attività di formazione/addestramento e le relative registrazioni, le regole di condotta e la remunerazione del personale, si applica quanto previsto al par. § 8 della norma UNI CEI EN 45004:1996;

12. elenco dettagliato dei laboratori fissi o mobili dotati della relativa strumentazione di misura e prova, di proprietà o convenzionati (potrà essere stipulato apposito contratto, nelle forme di legge, con strutture esterne operanti in conformità alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2000), per lo svolgimento delle verifiche con il metodo EA, con specificazione per ogni strumento delle seguenti informazioni:

titolo di possesso e numero di matricola;

certificato di taratura con relativa scadenza ed intervalli di taratura;

ente che effettua periodicamente la taratura;

ubicazione della strumentazione su unità fisse e/o mobili (se mobili, fornire dati tecnici dell'unità mobile);

Per le procedure di identificazione, rintracciabilità e taratura, si applica quanto previsto al par. § 9 della norma UNI CEI EN 45004:1996;

13. copia dell'iscrizione alla camera di commercio, industria e artigianato per i soggetti di diritto privato;

14. copia del certificato fallimentare dell'organismo dal quale risulti che lo stesso non risulti in stato di fallimento, liquidazione, amministrazione controllata, concordato preventivo o altra procedura concorsuale o in altra situazione equivalente in conformità a quanto previsto dalla vigente legislazione, ovvero che non sono in corso procedimenti per la dichiarazione di una di tali situazioni, né di trovarsi in stato di cessazione e/o sospensione dell'attività commerciale;

15. dichiarazione riferita ai legali rappresentanti dell'organismo dalla quale risulti l'inesistenza di condanne e di procedimenti penali in corso;

16. dichiarazione del legale rappresentante dell'organismo, comprovante i seguenti requisiti minimi di capacità economica-finanziaria:

fatturato complessivo relativo agli ultimi tre esercizi, antecedenti l'emanazione del presente decreto pari a 4.500.000 di euro, in attività di ispezione, controllo e monitoraggio di servizi, prodotti e costruzioni;

capitale sociale minimo degli organismi pari a 400.000 euro completamente ed interamente versati;

17. copia della polizza assicurativa per responsabilità civile professionale, con massimale per anno e per sinistro non inferiore a 3,5 milioni di euro, per i rischi derivanti dall'esercizio di attività di verifiche decennali su serbatoi GPL con il metodo EA.

05A00781

AUGUSTA IANNINI, *direttore* FRANCESCO NOCITA, *redattore*

(G503015/1) Roma, 2005 - Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato S.p.A. - S.

ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO

LIBRERIE CONCESSIONARIE PRESSO LE QUALI È IN VENDITA LA GAZZETTA UFFICIALE

cap	località	libreria	indirizzo	pref.	tel.	fax
95024	**ACIREALE (CT)**	CARTOLIBRERIA LEGISLATIVA S.G.C. ESSEGICI	Via Caronda, 8-10	095	7647982	7647982
00041	**ALBANO LAZIALE (RM)**	LIBRERIA CARACUZZO	Corso Matteotti, 201	06	9320073	93260286
60121	**ANCONA**	LIBRERIA FOGOLA	Piazza Cavour, 4-5-6	071	2074606	2060205
04011	**APRILIA (LT)**	CARTOLERIA SNIDARO	Via G. Verdi, 7	06	9258038	9258038
83100	**AVELLINO**	LIBRERIA PIROLA MAGGIOLI	Via Matteotti, 30/32	0825	30597	248957
81031	**AVERSA (CE)**	LIBRERIA CLA.ROS	Via L. Da Vinci, 18	081	8902431	8902431
70124	**BARI**	CARTOLIBRERIA QUINTILIANO	Via Arcidiacono Giovanni, 9	080	5042665	5610818
70121	**BARI**	LIBRERIA UNIVERSITÀ E PROFESSIONI	Via Crisanzio, 16	080	5212142	5243613
13900	**BIELLA**	LIBRERIA GIOVANNACCI	Via Italia, 14	015	2522313	34983
40132	**BOLOGNA**	LIBRERIA GIURIDICA EDINFORM	Via Ercole Nani, 2/A	051	4218740	4210565
40124	**BOLOGNA**	LIBRERIA GIURIDICA - LE NOVITÀ DEL DIRITTO	Via delle Tovaglie, 35/A	051	3399048	3394340
20091	**BRESSO (MI)**	CARTOLIBRERIA CORRIDONI	Via Corridoni, 11	02	66501325	66501325
21052	**BUSTO ARSIZIO (VA)**	CARTOLIBRERIA CENTRALE BORAGNO	Via Milano, 4	0331	626752	626752
91022	**CASTELVETRANO (TP)**	CARTOLIBRERIA MAROTTA & CALIA	Via Q. Sella, 106/108	0924	45714	45714
95128	**CATANIA**	CARTOLIBRERIA LEGISLATIVA S.G.C. ESSEGICI	Via F. Riso, 56/60	095	430590	508529
88100	**CATANZARO**	LIBRERIA NISTICÒ	Via A. Daniele, 27	0961	725811	725811
66100	**CHIETI**	LIBRERIA PIROLA MAGGIOLI	Via Asinio Herio, 21	0871	330261	322070
22100	**COMO**	LIBRERIA GIURIDICA BERNASCONI - DECA	Via Mentana, 15	031	262324	262324
87100	**COSENZA**	LIBRERIA DOMUS	Via Monte Santo, 70/A	0984	23110	23110
50129	**FIRENZE**	LIBRERIA PIROLA già ETRURIA	Via Cavour 44-46/R	055	2396320	288909
71100	**FOGGIA**	LIBRERIA PATIERNO	Via Dante, 21	0881	722064	722064
06034	**FOLIGNO (PG)**	LIBRERIA LUNA	Via Gramsci, 41	0742	344968	344968
03100	**FROSINONE**	L'EDICOLA	Via Tiburtina, 224	0775	270161	270161
16121	**GENOVA**	LIBRERIA GIURIDICA	Galleria E. Martino, 9	010	565178	5705693
95014	**GIARRE (CT)**	LIBRERIA LA SEÑORITA	Via Trieste angolo Corso Europa	095	7799877	7799877
73100	**LECCE**	LIBRERIA LECCE SPAZIO VIVO	Via Palmieri, 30	0832	241131	303057
74015	**MARTINA FRANCA (TA)**	TUTTOUFFICIO	Via C. Battisti, 14/20	080	4839784	4839785
98122	**MESSINA**	LIBRERIA PIROLA MESSINA	Corso Cavour, 55	090	710487	662174
20100	**MILANO**	LIBRERIA CONCESSIONARIA I.P.Z.S.	Galleria Vitt. Emanuele II, 11/15	02	865236	863684
20121	**MILANO**	FOROBONAPARTE	Foro Buonaparte, 53	02	8635971	874420
70056	**MOLFETTA (BA)**	LIBRERIA IL GHIGNO	Via Campanella, 24	080	3971365	3971365

Segue: **LIBRERIE CONCESSIONARIE PRESSO LE QUALI È IN VENDITA LA GAZZETTA UFFICIALE**

cap	località	libreria	indirizzo	pref.	tel.	fax
80139	**NAPOLI**	LIBRERIA MAJOLO PAOLO	Via C. Muzy, 7	081	282543	269898
80134	**NAPOLI**	LIBRERIA LEGISLATIVA MAJOLO	Via Tommaso Caravita, 30	081	5800765	5521954
84014	**NOCERA INF. (SA)**	LIBRERIA LEGISLATIVA CRISCUOLO	Via Fava, 51	081	5177752	5152270
28100	**NOVARA**	EDIZIONI PIROLA E MODULISTICA	Via Costa, 32/34	0321	626764	626764
35122	**PADOVA**	LIBRERIA DIEGO VALERI	Via dell'Arco, 9	049	8760011	659723
90138	**PALERMO**	LA LIBRERIA DEL TRIBUNALE	P.za V.E. Orlando, 44/45	091	6118225	552172
90138	**PALERMO**	LIBRERIA S.F. FLACCOVIO	Piazza E. Orlando, 15/19	091	334323	6112750
90128	**PALERMO**	LIBRERIA S.F. FLACCOVIO	Via Ruggero Settimo, 37	091	589442	331992
90145	**PALERMO**	LIBRERIA COMMISSIONARIA G. CICALA INGUAGGIATO	Via Galileo Galilei, 9	091	6828169	6822577
90133	**PALERMO**	LIBRERIA FORENSE	Via Maqueda, 185	091	6168475	6177342
43100	**PARMA**	LIBRERIA MAIOLI	Via Farini, 34/D	0521	286226	284922
29100	**PIACENZA**	NUOVA TIPOGRAFIA DEL MAINO	Via Quattro Novembre, 160	0523	452342	461203
59100	**PRATO**	LIBRERIA CARTOLERIA GORI	Via Ricasoli, 26	0574	22061	610353
00192	**ROMA**	LIBRERIA DE MIRANDA	Viale G. Cesare, 51/E/F/G	06	3213303	3216695
00195	**ROMA**	COMMISSIONARIA CIAMPI	Viale Carso, 55-57	06	37514396	37353442
00161	**ROMA**	L'UNIVERSITARIA	Viale Ippocrate, 99	06	4441229	4450613
00187	**ROMA**	LIBRERIA GODEL	Via Poli, 46	06	6798716	6790331
00187	**ROMA**	STAMPERIA REALE DI ROMA	Via Due Macelli, 12	06	6793268	69940034
45100	**ROVIGO**	CARTOLIBRERIA PAVANELLO	Piazza Vittorio Emanuele, 2	0425	24056	24056
63039	**SAN BENEDETTO D/T (AP)**	LIBRERIA LA BIBLIOFILA	Via Ugo Bassi, 38	0735	587513	576134
07100	**SASSARI**	MESSAGGERIE SARDE LIBRI & COSE	Piazza Castello, 11	079	230028	238183
96100	**SIRACUSA**	LA LIBRERIA	Piazza Euripide, 22	0931	22706	22706
10122	**TORINO**	LIBRERIA GIURIDICA	Via S. Agostino, 8	011	4367076	4367076
21100	**VARESE**	LIBRERIA PIROLA	Via Albuzzi, 8	0332	231386	830762
37122	**VERONA**	LIBRERIA L.E.G.I.S.	Via Pallone 20/c	045	594687	8048718
36100	**VICENZA**	LIBRERIA GALLA 1880	Viale Roma, 14	0444	225225	225238

MODALITÀ PER LA VENDITA

La «Gazzetta Ufficiale» e tutte le altre pubblicazioni ufficiali sono in vendita al pubblico:

- **presso l'Agenzia dell'Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato in ROMA: piazza G. Verdi, 10 - ☎ 06 85082147;**
- **presso le Librerie concessionarie indicate.**

Le richieste per corrispondenza devono essere inviate all'Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato - Gestione Gazzetta Ufficiale - Piazza G. Verdi, 10 - 00100 Roma, versando l'importo, maggiorato delle spese di spedizione, a mezzo del c/c postale **n. 16716029.**

Le inserzioni, come da norme riportate nella testata della parte seconda, si ricevono con pagamento anticipato, presso le agenzie in Roma e presso le librerie concessionarie.

Per informazioni, prenotazioni o reclami attinenti agli abbonamenti oppure alla vendita della *Gazzetta Ufficiale* bisogna rivolgersi direttamente all'Amministrazione, presso l'Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato - Piazza G. Verdi, 10 - 00100 ROMA

Gazzetta Ufficiale Abbonamenti	Vendite	Ufficio inserzioni	Numero verde
☎ 800-864035 - Fax 06-85082520	☎ 800-864035 - Fax 06-85084117	☎ 800-864035 - Fax 06-85082242	☎ 800-864035

GAZZETTA UFFICIALE
DELLA REPUBBLICA ITALIANA

CANONI DI ABBONAMENTO ANNO 2005 (salvo conguaglio) (*)

Ministero dell'Economia e delle Finanze - *Decreto 24 dicembre 2003* (G.U. *n. 36 del 13 febbraio 2004)*

GAZZETTA UFFICIALE - PARTE I (legislativa)

		CANONE DI ABBONAMENTO	
Tipo A	Abbonamento ai fascicoli della serie generale, inclusi tutti i supplementi ordinari:		
	(di cui spese di spedizione € 219,04)	- annuale	€ **400,00**
	(di cui spese di spedizione € 109,52)	- semestrale	€ **220,00**
Tipo A1	Abbonamento ai fascicoli della serie generale, inclusi i soli supplementi ordinari contenenti i provvedimenti legislativi:		
	(di cui spese di spedizione € 108,57)	- annuale	€ **285,00**
	(di cui spese di spedizione € 54,28)	- semestrale	€ **155,00**
Tipo B	Abbonamento ai fascicoli della serie speciale destinata agli atti dei giudizi davanti alla Corte Costituzionale:		
	(di cui spese di spedizione € 19,29)	- annuale	€ **68,00**
	(di cui spese di spedizione € 9,64)	- semestrale	€ **43,00**
Tipo C	Abbonamento ai fascicoli della serie speciale destinata agli atti della CE:		
	(di cui spese di spedizione € 41,27)	- annuale	€ **168,00**
	(di cui spese di spedizione € 20,63)	- semestrale	€ **91,00**
Tipo D	Abbonamento ai fascicoli della serie destinata alle leggi e regolamenti regionali:		
	(di cui spese di spedizione € 15,31)	- annuale	€ **65,00**
	(di cui spese di spedizione € 7,65)	- semestrale	€ **40,00**
Tipo E	Abbonamento ai fascicoli della serie speciale destinata ai concorsi indetti dallo Stato e dalle altre pubbliche amministrazioni:		
	(di cui spese di spedizione € 50,02)	- annuale	€ **167,00**
	(di cui spese di spedizione € 25,01)	- semestrale	€ **90,00**
Tipo F	Abbonamento ai fascicoli della serie generale, inclusi tutti i supplementi ordinari, ed ai fascicoli delle quattro serie speciali:		
	(di cui spese di spedizione € 344,93)	- annuale	€ **780,00**
	(di cui spese di spedizione € 172,46)	- semestrale	€ **412,00**
Tipo F1	Abbonamento ai fascicoli della serie generale inclusi i supplementi ordinari con i provvedimenti legislativi e ai fascicoli delle quattro serie speciali:		
	(di cui spese di spedizione € 234,45)	- annuale	€ **652,00**
	(di cui spese di spedizione € 117,22)	- semestrale	€ **342,00**

N.B.: L'abbonamento alla GURI tipo A, A1, F, F1 comprende gli indici mensili
Integrando con la somma di € **80,00** *il versamento relativo al tipo di abbonamento alla* Gazzetta Ufficiale - *parte prima - prescelto, si riceverà anche l'Indice Repertorio Annuale Cronologico per materie anno 2005.*

BOLLETTINO DELLE ESTRAZIONI

Abbonamento annuo (incluse spese di spedizione) € **88,00**

CONTO RIASSUNTIVO DEL TESORO

Abbonamento annuo (incluse spese di spedizione) € **56,00**

PREZZI DI VENDITA A FASCICOLI
(Oltre le spese di spedizione)

Prezzi di vendita:		
	serie generale	€ 1,00
	serie speciali (escluso concorsi), ogni 16 pagine o frazione	€ 1,00
	fascicolo serie speciale, *concorsi,* prezzo unico	€ 1,50
	supplementi (ordinari e straordinari), ogni 16 pagine o frazione	€ 1,00
	fascicolo Bollettino Estrazioni, ogni 16 pagine o frazione	€ 1,00
	fascicolo Conto Riassuntivo del Tesoro, prezzo unico	€ 6,00

I.V.A. 4% a carico dell'Editore

GAZZETTA UFFICIALE - PARTE II (inserzioni)

Abbonamento annuo	*(di cui spese di spedizione € 120,00)*		€ **320,00**
Abbonamento semestrale	*(di cui spese di spedizione € 60,00)*		€ **185,00**
Prezzo di vendita di un fascicolo, ogni 16 pagine o frazione (oltre le spese di spedizione)		€ 1,00	

I.V.A. 20% inclusa

RACCOLTA UFFICIALE DEGLI ATTI NORMATIVI

Abbonamento annuo		€ **190,00**
Abbonamento annuo per regioni, province e comuni		€ **180,00**
Volume separato (oltre le spese di spedizione)	€ 18,00	

I.V.A. 4% a carico dell'Editore

Per l'estero i prezzi di vendita, in abbonamento ed a fascicoli separati, anche per le annate arretrate, compresi i fascicoli dei supplementi ordinari e straordinari, devono intendersi raddoppiati. Per il territorio nazionale i prezzi di vendita dei fascicoli separati, compresi i supplementi ordinari e straordinari, relativi ad anni precedenti, devono intendersi raddoppiati. Per intere annate è raddoppiato il prezzo dell'abbonamento in corso. Le spese di spedizione relative alle richieste di invio per corrispondenza di singoli fascicoli, vengono stabilite, di volta in volta, in base alle copie richieste.

N.B. - Gli abbonamenti annui decorrono dal 1° gennaio al 31 dicembre, i semestrali dal 1° gennaio al 30 giugno e dal 1° luglio al 31 dicembre.

Restano confermati gli sconti in uso applicati ai soli costi di abbonamento

ABBONAMENTI UFFICI STATALI
Resta confermata la riduzione del 52% applicata sul solo costo di abbonamento

* tariffe postali di cui al Decreto 13 novembre 2002 (G.U. n. 289/2002) e D.P.C.M. 27 novembre 2002 n. 294 (G.U. 1/2003) per soggetti iscritti al R.O.C.